

T H E S E S

présentées à la

FACULTE DES SCIENCES

pour l'obtention

du titre de DOCTEUR-INGENIEUR

par

Patrice BROCHARD
Ingénieur Agronome

RECHERCHE SUR LES MECANISMES DE RESISTANCE VARIETALE DE LA

TOMATE VIS A VIS
de COLLETOTRICHUM COCCODES (WALLR.) HUGHES.

Proposition donnée par la Faculté.

CYTOGENETIQUE DES CHROMOSOMES. B

Soutenue le

JANVIER

1968

Membres du Jury :

Messieurs les Professeurs: F. MANGENOT, Président
J. GARNIER) Examineurs
P. CACHAN)

T H E S E S

présentées à la

FACULTE DES SCIENCES

pour l'obtention

du titre de DOCTEUR-INGENIEUR

par

Patrice BROCHARD
Ingénieur Agronome

RECHERCHE SUR LES MECANISMES DE RESISTANCE VARIETALE DE LA

TOMATE VIS A VIS
de COLLETOTRICHUM COCCODES (WALLR.) HUGHES.

Proposition donnée par la Faculté.

CYTOGENETIQUE DES CHROMOSOMES. **B**

Soutenue le JANVIER

Membres du Jury :

Messieurs les Professeurs: F. MANGENOT, Président
J. GARNIER) Examineurs
P. CACHAN)

ANNEE SCOLAIRE 1967 - 1968

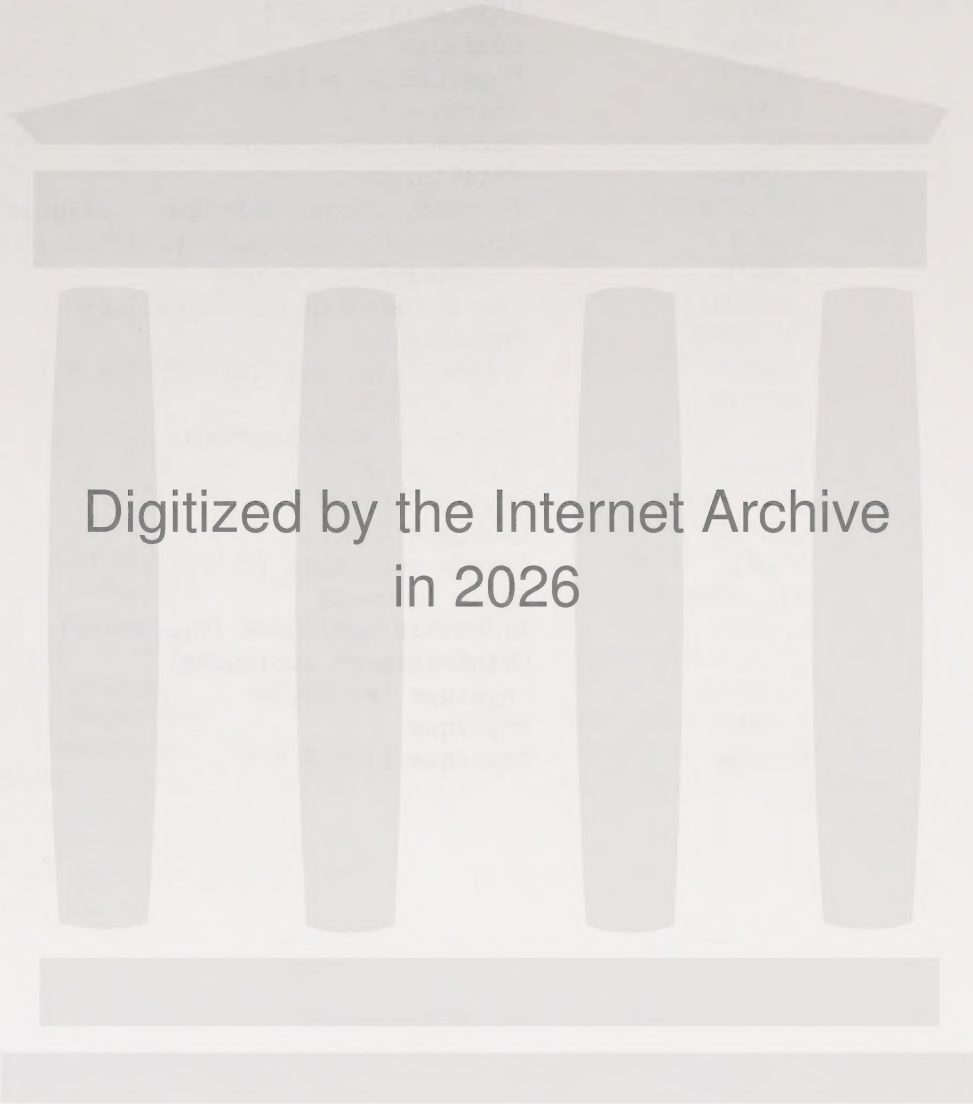
DOYEN : M. AUBRYASSEESSEUR : M. GAYDoyens Honoraires : MM. CORNUBERT - DELSARTE - ROUBAULT.

Professeurs Honoraires : MM. RAYBAUD - LAFFITE - LERAY - JULY - LAPORTE -
 EICHHORN - GODEMENT - DUBREUIL - L. SCHWARTZ -
 DIEUDONNE - DE MALLEMANN - LONGCHAMRON -
 LETORT - DODE - GAUTHIER - GOUDET - OLMER -
 CORNUBERT - CHAPPELLE - GUERIN - WAHL.

Maîtres de Conférences Honoraires : MM. LIENHART - PIERRET.Professeurs et Maîtres de Conférences :

MM. DELSARTE	Analyse supérieure	MANGENOT	Botanique
ROUBAULT	Géologie	GAYET	Physiologie
CAPELLE	Mécanique rationnelle	HADNI	Physique
VEILLET	Biologie animale	BASTICK	Chimie
BARRIOL	Chimie théorique	DUCHAUFOR	Pédologie
BIZETTE	Physique	GARNIER	Agronomie
GUILLIEN	Electronique	NEEL	Chimie orga. industrielle
GIBERT	Chimie physique	BERNARD	Géologie appliquée
LEGRAS	Mécanique rationnelle	CHAMPIER	Physique
BOLFA	Minéralogie	GAY	Chimie biologie
NICLAUSE	Chimie	STEPHAN	Zoologie
FAIVRE	Physique appliquée	CONDE	Zoologie
AUBRY	Chimie minérale	WERNER	Botanique
COPPENS	RadioGéologie	EYMARD	Calcul différentiel intégral
DUVAL	Chimie	LEVISALLES	Chimie organique
FRUHLING	Physique	Mme. HERVE	Méthodes mathématiques de la physique
HILLY	Géologie	FELDEN	Physique
LE GOFF	Génie chimique	GOSSE	Physique
SUHNER	Physique expérimentale	DAVOINE	Physique (E.N.S.M.I.M.)
CHAPON	Chimie biologique	HORN	Physique 1er Cycle
HEROLD	Chimie minérale industrielle	Mme. LUMER	Mathématiques
SCHWARTZ B.	Exploitation minière		
MALAPRADE	Chimie		

Mme.	BASTICK	Chimie P.C. Epinal
MM.	GUDEFIN	Physique
	ROCCI	Géologie
	VUILLAUME	Psychophysiologie
	FRENTZ	Biologie animale
	MARI	Chimie (I.S.I.N.)
	AUROUZE	Géologie
	DEVIOT	Physique du solide
	FLECHON	Physique P.C.
Melle.	HUET	Mathématiques C.B.G.
	VIGNES	Métallurgie
	BALESDENT	Thermodynamique chimique appliquée (E.N.S.I.C.)
	BLAZY	Minéralogie appliquée (E.N.S.G.)
	JANOT	Physique P.C. Epinal
	JACQUIN	Pédologie et chimie agricoles
	MAINARD	Physique M.P.
	CACHAN	Entomologie appliquée (E.N.S.A.)
	MARTIN	Chimie P.C.
	PAULMIER	Mécanique expérimentale
	PROTAS	Minéralogie
	FOZELOWICZ	Physico-chimie
	JURAIN	Géologie C.B.G.
	RIVAIL	Chimie appliquée (C.U.C.E.S.)
	VILLERMAUX	Génie chimique
	METCHE	Biochimie appliquée (Brasserie)
	PAIR	Mathématiques appliquées
	BAUMANN	Physique 1er Cycle
	DURAND	Physique
	HUSSON	Physique (I.S.I.N.)



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41551928_0027

AVANT PROPOS

=====

Avant de commencer cet exposé, nous tenons tout d'abord à remercier très spécialement Monsieur le Professeur F. MANGENOT, qui a bien voulu nous accorder le privilège de travailler sous sa direction, examiner notre travail et accepter de présider le Jury de cette Thèse.

C'est donc à plusieurs titres que nous lui offrons l'hommage de nos travaux. Le temps considérable qu'il a eu la bonté de distraire de ses propres recherches pour nous donner un substantiel appui, sa haute compétence, sa pondération et sa grande affabilité constituèrent pour nous autant de facteurs d'encouragements.

Nous tenons également à exprimer nos sincères remerciements à Monsieur le Professeur J. GARNIER qui nous a fait l'honneur de faire partie de ce Jury de Thèse et de nous en proposer le deuxième sujet, et à Monsieur le Professeur P. CACHAN qui nous a témoigné son amabilité et son intérêt en acceptant d'être examinateur du Jury.

Que notre ami HADJ SEID F. DJAVADI GUAZVINI avec qui nous avons travaillé pendant deux ans, que Monsieur WALCK, du Jardin Botanique de NANCY et que tous nos camarades du Laboratoire de Botanique trouvent ici l'expression de notre gratitude pour l'aide précieuse qu'ils nous ont constamment apportée.

Enfin, nous tenons à remercier ici tout le personnel technique du Centre de Premier Cycle de la Faculté des Sciences qui, par leur dévouement, ont contribué à la réalisation de cette Thèse.

RECHERCHES SUR LA RESISTANCE

VARIETALE DE LA TOMATE

VIS A VIS DE COLLETOTRICHUM COCCODES (WALLR) HUGHES.

- TABLE des MATIERES -

INTRODUCTION.....	Page	3
-------------------	------	---

PREMIERE PARTIE.

CHAPITRE I : Phénomènes de résistance chez la tomate,
relevés d'après les données de la littérature.

I - 1. Généralités, phénomènes relevant de la simple observation.	"	5
I - 2. RESISTANCE PASSIVE.....	"	5
I - 2.1. Exsudats racinaires.	"	6
I - 2.2. Composition chimique de la plante.....	"	6
I - 2.2.1. Résistance due à une plus ou moins grande quantité d'aliments disponibles pour le parasite.....	"	7
I - 2.2.2. Résistance due à un inhibiteur ou à un antibiotique.....	"	7
I - 2.3. Résistance due à certaines particularités anatomiques.....	"	9
I - 3. Résistance ou sensibilité accidentelle.....	"	9
I - 3.1. Interactions avec d'autres organismes.....	"	9
I - 3.1. Interactions avec le milieu.....	"	10
I - 4. RESISTANCE ACTIVE.		
I - 4.1. Variation du taux de polyphénols		10
I - 4.1.1. Augmentation de l'activité Polyphénol - Polyphénol oxydase.....	"	11
I - 4.1.2. Blocage des enzymes des parasites.		11
I - 4.2. Hormones de croissance.....	"	11
I - 4.3. Variations diverses du métabolisme...	"	11
I - 5. Localisation de la résistance.....	"	12

DEUXIEME PARTIE.

Recherches personnelles sur les interactions de Solanum lycopersicum et Colletotrichum coccodes

CHAPITRE II :

II - 1. Matériel et Méthodes.	
II - 1.1. Choix des variétés de tomates.	
II - 1.2. Test de sensibilité au champ	
II - 1.3. Test de croissance du mycelium.....	
II - 1.4. Test de germination.....	"
II - 1.4.1. Germination <u>in vivo</u>	"
II - 1.4.2. Germination <u>in vitro</u>	"

II - 2. Influence de différents facteurs sur la germination des conidies de <u>C. coccodes</u>	Page	20
II - 2.1. facteurs physiologiques.....	"	21
II - 2.1.1. Influence du milieu de formation des spores et leur âge.....	"	21
II - 2.1.2. Influence des races physiologiques	"	21
II - 2.2. Facteurs d'ordre physique.	"	22
II - 2.2.1. Influence d'agents physiques divers.	"	22
II - 2.2.2. Influence du lavage des spores.....	"	23
II - 2.2.3. Influence de la concentration des spores.....	"	29
<u>CHAPITRE III</u> - Influence des exsudats radiculaires de différentes variétés de tomates sur <u>C. coccodes</u>	"	40
III - 1. Techniques et méthodes.....	"	40
III - 1.1.1. Exsudats stériles.....	"	40
III - 1.1.2. Exsudats non stériles.....	"	42
III - 2. Résultats.....	"	42
III - 2.1. Action des exsudats stériles.....	"	42
III - 2.1.1. Sur la germination des spores de <u>C. coccodes</u>	"	42
III - 2.1.2. Sur la respiration du mycelium.....	"	44
III - 2.2. Action des exsudats non stériles.....	"	46
III - 2.2.1. Action sur la germination des spores	"	46
III - 2.2.1.1. Germination in vitro.	"	48
III - 2.2.1.2. Germination in situ.....	"	48
III - 2.2.2. Action sur la respiration du mycelium.....	"	48
<u>CHAPITRE IV</u> - Influence d'extraits d'organes sur le parasite.	"	50
IV - 1. Matériel et méthodes.....	"	50
IV - 1.1. Méthode d'infection des pieds de tomates..	"	50
IV - 1.2. Préparation des extraits.....	"	50
IV - 1.3. Comparaison des extraits.....	"	50
IV - 2. Résultats.....	"	50
IV - 3. Interprétation.....	"	50
<u>RÉSUMÉ ET DISCUSSION GÉNÉRALE</u>	"	50
<u>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES</u>	"	50

- I N T R O D U C T I O N -

Les mécanismes de la résistance et de la sensibilité des espèces végétales vis à vis de leurs parasites sont encore imparfaitement connus, et, si l'on en juge par les données de la littérature, fort variables suivant les cas.

En ce qui concerne la tomate, de nombreuses corrélations entre certaines particularités anatomiques, physiologiques ou biochimiques de la plante et sa résistance à la maladie, ont pu être mises en évidence.

Mais bien souvent, ces données reposent seulement sur l'étude du comportement de quelques variétés en présence d'un parasite déterminé. C'est pour cette raison qu'elles semblent parfois contradictoires et que leur interprétation prête à tant de discussions.

Dans le cas particulier de l'association de Solanum lycopersicum et de C. coccodes, une précédente étude de F O R L O T (1965) avait montré l'action favorable d'extraits de certaines variétés sur la germination des spores et la formation des appressoria du parasite. Mais cette action n'était pas générale dans tous les cas, et d'autres facteurs devaient certainement intervenir pour déterminer le comportement variétal.

Il nous a donc paru intéressant de poursuivre ces travaux et ceci nous a conduit à entreprendre une étude plus approfondie de la maladie et chercher notamment à expliquer certains points obscurs de travail de F O R L O T.

Une remarque liminaire s'impose ici : cet auteur n'a pas étudié la résistance ou la sensibilité des variétés de tomates vis à vis de C. coccodes par des expériences aux champs, mais seulement par des essais effectués sur des plantules ou jeunes individus, et dont les résultats sont exprimés par l'intensité des symptômes ou l'étendue des lésions.

En se basant sur ces indications, F O R L O T a proposé un classement des variétés étudiées en 3 catégories : sensibles, semi-résistantes, et résistantes.

Il a ensuite rapproché de ce classement l'action in vitro sur le champignon d'extraits végétaux et a constaté ainsi, tantôt une bonne concordance entre les deux ordres de données, tantôt un manque évident de corré-

Nous conserverons dans notre travail les conceptions de résistance et de sensibilité définies par F O R L O T, tout en reconnaissant qu'elles ne se confondent pas forcément avec le comportement variétal dans les conditions habituelles de culture.

-:- P R E M I E R E P A R T I E -:-

=====

-- CHAPITRE I --

- PHENOMENES DE RESISTANCE CHEZ LA TOMATE RELEVES D'APRES LES DONNEES DE LA LITTERATURE :

Désirant rechercher les interactions existant entre Colletotrichum Coccodes et Solanum Lycopersicum, et étudier les phénomènes responsables de la résistance chez certaines variétés, il nous a paru intéressant de faire une revue de la littérature concernant la résistance de la tomate à différentes maladies.

Nous verrons successivement :

- I - 1. Généralités et phénomènes relevant de la simple observation.
- I - 2. Différents cas de résistance passive.
- I - 3. Exemples de résistance ou de sensibilité accidentelles.
- I - 4. Phénomènes de résistance active.
- I - 5. Recherche concernant la localisation de la résistance.

- C H A P I T R E . I - =====

I - 1. GENERALITES - PHENOMENES RELEVANT DE LA SIMPLE OBSERVATION.

Sans prétendre donner d'explications aux différences de résistance chez les variétés de tomates, quelques auteurs ont tenté d'établir une corrélation entre les aspects extérieurs de la plante et sa résistance à la maladie.

Ainsi, W I L S O N & R U N N E L S (1949) montrent que chez des variétés sensibles à Colletotrichum Coccodes, tous les pieds ont un taux de croissance bien déterminé, tandis que chez les variétés résistantes, la croissance est désordonnée et hétérogène.

Une relation entre précocité et sensibilité a été également remarquée par W I L S O N & R U N N E L S, précités, pour Colletotrichum coccodes, par M A S & Coll. (1965) pour Verticilium et par G R U M M E R (1955) pour de nombreuses maladies.

Selon ces auteurs, les variétés précoces seraient plus sensibles que les variétés tardives.

L'aspect du fruit serait également une indication concernant la résistance ; les variétés roses seraient plus sensibles (W I L S O N & R U N N E L S 1949) ainsi que les variétés à gros fruits (G R U M M E R 1955).

Des corrélations négatives ont aussi été observées :

- Sève brute identique chez les variétés sensibles et résistantes (S N I D E R & Coll. 1946 - B L A C K H U R S T 1963) ;

- Pas de relation entre p H du fruit et résistance (F U L T O N 1948) ;

- Enfin, pas de différences dans la rhizosphère des plantes malades ou saines (E B B E N 1960).

I - 2. RESISTANCE PASSIVE.

De nombreux cas de résistance passive ont été observés chez la tomate.

Certaines variétés, de par leur composition chimique, de par la teneur en produits actifs de leurs exsudats radiculaires ou de par certaines particularités anatomiques, seraient plus ou moins prédisposées à favoriser ou défavoriser une infection éventuelle.

I - 2. 1. - EXSUDATS RADICULAIRES.

N O U R E L D E I N (1964) étudie trois variétés de tomates pour leur différents degrés de résistances à Rhizoctonia solani et trouve que le parasite a un taux de croissance beaucoup plus élevé sur les exsudats radiculaires de la variété sensible et de la variété tolérante, que sur ceux de la variété résistante.

Après analyse, il s'avère que les exsudats de la variété sensible, sont très riches en acides aminés, tant au point de vue qualitatif que quantitatif, tandis que ceux de la variété résistante sont au contraire beaucoup plus pauvres.

S U B B A - R A O & B A I L E Y (1961) ont également étudié l'influence des exsudats de différentes variétés de tomates sur la croissance du Verticillium. Mais, travaillant non plus sur trois variétés seulement, mais sur cinq variétés, ils obtiennent des résultats différents de ceux de N O U R E L D E I N (1964).

En effet, si les exsudats de deux variétés sensibles sont très favorables à la croissance du parasite et si, au contraire, ceux de deux variétés résistantes sont défavorables, les exsudats d'une troisième variété résistante présentent exactement les caractéristiques de ceux de deux variétés sensibles.

I - 2. 2. - COMPOSITION CHIMIQUE DE LA PLANTE.

Une résistance passive peut provenir du fait que les variétés dites résistantes ont une composition chimique moins favorable à la croissance du parasite.

Ainsi G R A N T & K U G (1960) montrent que les extraits au benzène de variétés de tomates sensibles à Cladosporium fulvum, stimulent la croissance du parasite, tandis que les extraits de variétés résistantes la défavorisent.

De même, F I S H E R (1935) et G O T T L I E B (1943) mettent en évidence que le suc d'expression de plants de tomates retarde la croissance de Fusarium oxysporum F. lycopersici en proportion avec la résistance des variétés de tomates testées.

F O R L O T (1965) utilisant la même méthode, trouve des résultats moins valables, mais par contre, en utilisant la méthode des extraits chloroformés (M A N G E N O T 1963), il obtient une très bonne corrélation entre la germination des spores et la formation des appressoria de Colletotrichum coccodes, et la résistance de différentes variétés de tomates à ce même parasite.

Certains auteurs ont essayé de rechercher quelles étaient les substances responsables de ces stimulations ou inhibitions et diverses explications ont été données.

Les unes font appel à la présence d'une quantité d'aliments plus ou moins importants, disponibles pour le parasite, les autres à la présence d'inhibiteurs de croissance ou d'antibiotiques.

I - 2. 2. 1. - RESISTANCE DUE A UNE PLUS OU MOINS GRANDE QUANTITE D'ALIMENTS DISPONIBLES POUR LE PARASITE.

La composition de la matière pectique semble jouer un grand rôle puisque de nombreux auteurs en ont fait la base d'études sur la pathogénicité de certains parasites vis à vis de la tomate. (H U S A I N & K E L M A N 1950 - P I E R S O N & Coll. 1955 - D E E S E & S T A H M A N N 1962 - a et b).

Plus particulièrement, E D J I N G T O N & Coll. (1961) ont fait des analyses comparées chez les variétés sensibles et résistantes à Fusarium et ont trouvé chez les dernières moins de matières pectiques solubles. Les matières pectiques des variétés résistantes sont donc moins facilement hydrolysables par le parasite.

Un autre domaine, G R U M M E R (1955) trouve que des variétés sensibles à différentes maladies, ont un taux d'azote protidique plus élevé que les résistantes.

Par contre, L O W T H E R & R U T H (1944) étudient les différences de sensibilité de Septoria lycopersici, Verticillium dahliae et Fusarium oxysporum F. lycopersici et trouvent que les variétés résistantes à ces parasites possèdent en général plus d'acides aminés que les variétés sensibles. Mais dans une autre publication, B A Y L E Y & L O W T H E R (1961), ne trouvent pas de bonnes relations entre taux de sucres et d'acides aminés et résistance à Cladosporium fulvum.

I - 2. 2. 2. - RESISTANCE DUE A UN INHIBITEUR OU ANTIBIOTIQUE.

I R V I N G & C O L L. (1945) émettent trois hypothèses

(1) Certaines variétés sont résistantes au "Wilt" parce qu'elles possèdent une substance qui, soit neutralise la toxine du champignon, soit inhibe sa croissance.

(2) Certaines variétés sont sensibles parce qu'elles possèdent une substance qui favorise ou rend possible la croissance du parasite.

(3) Les différences de sensibilité ou de résistance chez tomate seraient dues à des équilibres différents entre de telles substances communes aussi bien dans les sensibles que dans les résistantes.

Ils trouvent ensuite que l'extrait d'une variété résistante possède une activité fongistatique marquée pour le Fusarium oxysporum F. lycopersici et notamment substance responsable "LYCOPERSICINE" (tenant appelée "TOMATIN", la LYCOPERSICINE désignant le pigment des fruits). (d'après S K I N N E R 1962).

Des essais sur trois autres variétés sensibles et résistantes leur permettent de déduire qu'elles possèdent toutes de la TOMATIN, mais à des doses non étudiées.

L I T T L E & G R U B A U G H (1946) font les mêmes observations.

I R V I N G & Coll. (1945 - 1946) et F O N T A I N E (1947) isolent la TOMATIN à l'état pur et trouvent que la plus grande concentration se trouve dans les feuilles.

I R V I N G (1947) précise ses études sur la résistance et vérifie que la TOMATIN existe dans les variétés sensibles aussi bien que dans les variétés résistantes. Mais ces dernières en possèdent une forte concentration et sont capables de survivre, même fortement infectées par Fusarium oxysporum F. lycopersici.

La TOMATIN disparaît graduellement des plantes sensibles au début de l'invasion par le parasite et est complètement absente des plantes très malades et mourantes.

I R V I N G (1947) conclut que la résistance est probablement dépendante du degré de la production de TOMATIN, celle-ci ayant un effet de protection vis à vis du parasite.

De la TOMATIN, F O N T A I N E & Coll. (1948) isolent la TOMATINE qui, par hydrolyse, donne la TOMATIDINE alcaloïde doué de propriétés antibiotiques analogues à ceux de la SOLANINE. Mais ces deux composés sont différents.

La résistance due à la TOMATIN pourrait être classée dans les cas de résistance active, étant donné que c'est en partie la diminution de son taux dans les variétés sensibles qui crée la sensibilité.

Cependant, les quantités de TOMATIN préexistant à l'infection, étant plus fortes dans les variétés résistantes les tissus de celles-ci sont par suite plus défavorables à la croissance du parasite, dès les premiers stades de l'infection.

D'autres antibiotiques ont été trouvés chez la tomate.

C O N N E R (1946) étudie les extraits de fruits de tomate et trouve une substance différente de la "TOMATIN" trouvée par I R V I N G & Coll. (1945) précités et qui possède une activité antibiotique élevée à l'égard de nombreuses bactéries.

D'autre part, A G E B U R G & Coll. (1933) ont montré que Cladosporium fulvum était très sensible à la Solanine contenue dans les tomates.

I - 2. 3. - RESISTANCE DUE A CERTAINES PARTICULARITES ANATOMIQUES.

Les différences d'épaisseur et de solidité de la cuticule peuvent avoir une certaine importance dans la résistance. Ainsi A I N S - W O R T H & Coll. (1938) montrent que les tomates résistantes à Botritis cinerea ont une cuticule plus épaisse que les sensibles.

R O S E N B A U M & S A N D O (1920) montrent que la cuticule des fruits de tomates présente une résistance à la perforation en relation avec leur résistance à Macrosporium.

Par contre, W I L S O N & R U N N E L S (1949) n'ont trouvé aucune corrélation entre résistance à l'infection par Colletotrichum coccodes et résistance à une piqure mécanique.

I - 3. - RESISTANCE OU SENSIBILITE ACCIDENTELLE.

Les conditions écologiques, édaphiques ou climatiques, modifiant en partie le comportement et le métabolisme de la plante, peuvent influencer dans de très grandes proportions sur la résistance ou la sensibilité des tomates.

Divers auteurs ont étudié ces interactions entre la plante, le parasite et le milieu.

I - 3. 1. - INTERACTION AVEC D'AUTRES ORGANISMES.

Des tomates résistantes à une race de Fusarium deviennent sensibles après infection par des nematodes. (G O O D E & M C GUIRE 1967).

L'association Colletotrichum coccodes - Rhizotonia solani K U H N est plus virulente que l'un ou l'autre des organismes seuls. (D U N N & J E L L I S 1961).

De même, pour Colletotrichum coccodes et le "G. S. F." responsable du "Corkyroot" (L A S T & E B B E N 1966).

Des observations analogues ont été faites pour l'association de plusieurs Verticillium (G R I F F I T H S & I S A A C 1966).

I - 3. 2. - INTERACTION AVEC LE MILIEU.

La quantité d'azote et d'autres éléments nutritifs disponibles pour la plante semble jouer un rôle important dans la sensibilité ou la résistance des tomates. (D O N A N D T 1932, C O O K 1937, G A L L E G L Y & W A L K E R 1949, W I L S O N & G A L L E G L Y 1960, E D J I N G T O N & Coll. 1961, I S A A C & G R I F F I T H S 1962, D O R O Z H K I N & Coll. 1965, G H A B R I A L & P I R O N E 1966).

D'autres facteurs écologiques ont également été étudiés :

- Température : C L A Y T O N (1923 -a-) - Humidité : C L A Y T O N (1923
G R I F F I T H S & -b-) J A K U B L -
I S A A C (1966) Z Y K (1962 -b-)
- p H : S H E R W O O D (1923) - Lumière : W I L S O N & G A L -
L E G L Y (1960).

I - 4. - RESISTANCE ACTIVE.

Ayant pénétré dans la plante, le parasite, grâce à ses toxines et ses enzymes, déclenche toute une série de réactions, provoquant des transformations métaboliques qui peuvent être plus ou moins favorables pour l'organisme pathogène, suivant le degré de résistance.

Ces transformations physiologiques chez la tomate ont été étudiées par de nombreux auteurs, la plupart des études portent sur les variations du taux de polyphénols dans la plante, les causes de ces variations et leurs conséquences.

I - 4. 1. - VARIATIONS DU TAUX DE POLYPHENOLS, CAUSES ET CONSÉQUENCES.

B A U M G A R D T (1953) trouve des polyphénols ayant une activité fongistatique dans les tissus de variétés de tomates résistantes, infectées par F. oxysporum F. lycopersici, ces polyphénols n'existant pas dans les plantes saines.

D E L E O (1964) trouve également une augmentation des ortho-di hydro xyphénols dans les plants de tomates de variétés résistantes, tandis que les variétés sensibles subissent une diminution de ces mêmes phénols.

Cependant R O H R I N G E R & Coll. (1958) trouvent une augmentation de phénols dans les plantes sensibles, parallèlement au développement de la maladie, tandis qu'il n'y a pas de changement chez les résistantes.

D'après F A R K A S & K I R A L Y (1962), et dans le cas particulier du "Wilt" provoqué par Fusarium oxysporum F. lycopersici, ces augmentations seraient provoquées par les enzymes pectiques, la lycomarasmine ou l'acide fusarique du champignon, et selon D A V I S & Coll. (1953), la libération des phénols est liée aux enzymes hydrolysants du champignon, les substrats étant les phénols conjugués de l'hôte : tannins et hétérosides.

Cette augmentation de polyphénols provoque divers phénomènes :

I - 4. 1. 1. 1. - AUGMENTATION DE L'ACTIVITE POLYPHENOL OXYDASE.

Cette augmentation constatée par S A N W A L (1957) conduit à la formation de produits colorés (D A V I S & Coll. 1953).

D'après M A T T A (1963), la résistance induite à Fusarium oxysporum F. lycopersici, est associée à ce changement d'activité du système polyphénol oxydase.

I - 4. 1. 2. - BLOCAGE DES ENZYMES DES PARASITES.

D E E S E & T R A N M A N (1962) trouvent, en effet, plus d'exopolygalacturonase dans les extraits de tomates sensibles que dans les résistantes, préalablement infectées par Verticillium Dahliae.

Des résultats similaires sont trouvés par B L A C K H U R S T (1963) qui inactive les enzymes du Verticillium à l'aide de fragments stérilisés de tiges de tomates de variétés résistantes.

Cependant B L A C K H U R S T & W O O D (1963 -a-) trouvent que seuls les tissus vivants sont capables de cette inactivation.

I - 4. 2. - HORMONES DE CROISSANCE.

En relation avec la production de polyphénols et stimulée par l'acide chlorogénique (M A T T A 1965), la synthèse d'hormones de croissance semble jouer un rôle important dans les phénomènes de résistance ; et diverses observations tendraient à montrer qu'un haut niveau auxinique dans la plante serait associé aux réactions de défense.

En effet, M A T T A & G E N T I L L E (1963) ont montré que la quantité d'Acide Indol Acétique dans les tiges de tomates augmentait après inoculation avec Fusarium Oxysporum, F. lycopersici et que bien que ce parasite puisse produire de l'Acide Indol Acétique en culture pure, il ne puisse être tenu responsable de cette accumulation.

Des observations analogues ont été faites après infection par Verticillium (R E G G & S E L M A N 1959).

DAVIS & DIMOND (1953) induisent une résistance accrue des tomates au Fusarium en leur administrant divers régulateurs de croissance.

DIMOND & CORDEN (1957), MATTA (1962) et EDGINGTON (1965) obtiennent des résultats analogues.

Par contre, BEL'FYUDOVA & MATYSHEVSKA (1963), constatent que l'application de gibbérelline à 1 % sur des tomates diminue leur résistance à Xanthomonas Vesicatoria.

La résistance accrue par les hormones de croissance pourrait provenir du fait de leur toxicité à l'égard de nombreux champignons. (BOULLEME & Coll. 1951 - HESSAYON 1952 - RICHARDS 1949 - ROTHER 1954)

I - 4. 3. - VARIATIONS DIVERSES DU METABOLISME.

D'après LOWTHER & RUTH (1964), la sensibilité des tomates à diverses maladies, serait associée avec une augmentation de quelques métabolites, surtout des acides aminés et la résistance avec une diminution d'un grand nombre d'entre eux.

Ceci serait en accord avec une théorie de WAGGONER & DIMOND (1956) selon lesquels il existerait un facteur de sensibilité qui ne serait pas produit dans les variétés résistantes

SCHLEFFER & GOTHOSKAR (1953) constatent que la résistance des tomates à Fusarium serait due à une réaction métabolique active, provenant de l'énergie respiratoire, mais non associée à une étape spécifique de la respiration. Cette réaction métabolique conduirait à la formation d'une substance très labile, fournie continuellement dans les variétés résistantes (GOTHOSKAR & Coll. 1955).

I - 4. - LOCALISATION DE LA RESISTANCE.

Toutes les recherches tendant à montrer une localisation de la résistance, soit dans la tige, soit dans les racines, soit dans les feuilles de tomates, n'ont pas abouti à démontrer de façon certaine un tel phénomène (SCHLEFFER & WALLER 1952 - BELAKHOURI & WOOD 1963 -b-).

Il semble plutôt que la résistance soit distribuée dans toute la plante (SCHLEFFER & WALLER 1952 - BELAKHOURI & WOOD 1963 -b-).

- : - D E U X I E M E P A R T I E - : -

RECHERCHES PERSONNELLES SUR LES INTERACTIONS
DE SOLANUM LYCOPERSICUM ET DE COLLETOTRICHUM COCCODES.

Nous avons vu dans le chapitre précédent la variété des phénomènes de résistance existant chez la tomate en présence de différents parasites.

Nous avons voulu rechercher si, face à Colletotrichum Coccodes, la tomate présentait des réactions analogues et nous avons étudié successivement :

CHAPITRE II - Matériel et Méthodes employés.

CHAPITRE III - L'Influence des exsudats racinaires de différentes variétés de Solanum Lycopersicum sur Colletotrichum Coccodes.

CHAPITRE IV - L'Influence d'extraits d'organes provenant de plantes malades et saines sur le parasite.

- C H A P I T R E I I -

II - 1. - MATERIEL ET METHODES.

II - 1. 1. - CHOIX DES VARIETES DE TOMATES.

Nous nous sommes basés pour le choix des variétés sensibles et résistantes, sur les estimations données par F O R L O T (1965 - 1967).

Sa classification était basée - d'une part sur l'influence de l'infection par Colletotrichum coccodes, sur la croissance des plantules de tomates infectées artificiellement, et sur la dimension des taches de nécrose sur ces mêmes plantules.

- d'autre part, sur l'influence des extraits d'organes de différentes variétés sur la germination des conidies et la formation des appressoria de Colletotrichum coccodes.

Parmi les treize variétés étudiées par F O R L O T, nous en avons retenu sept :

Variétés résistantes :

- MARGLOBE
- MERVEILLE DES MARCHES

Provenance :

JOB NANCY
" "

Variétés moyennement sensibles :

- SAREVO

Variété usuelle
d'ORSS.

Variétés sensibles :

- ROUGE GROSSE
- ROUGE PUI

JOB NANCY
" "

Variétés dont le taux de résistance a été déterminé par F O R L O T :

- TEMNOKRASNIE
- BREKODEY

Variétés usuelles
d'ORSS.
" "

Pour étudier l'action des produits de métabolisme de Solanum lycopersicum sur Colletotrichum coccodes, nous avons soumis notre champignon à 3 tests biologiques, dont nous allons exposer les modalités :

- Test de respiration du mycelium ;
- Test de croissance ;
- Test de germination des spores.

II - 1. 2. - TEST DE RESPIRATION DU MYCELIUM.

II - 1. 2. 1. - PREPARATION DU MYCELIUM.

II - 1. 2. 1. 1. - MILIEU DE CULTURE :

Le milieu de culture est constitué par une solution d'Extrait de Malt à 15 g/litre, et répartie à raison de 50 cc dans les fioles d'Erlenmeyer de 150 cc, bouchées au coton et stérilisées 20 mn à l'autoclave.

II - 1. 2. 1. 2. - OBTENTION DU MYCELIUM :

Le milieu de culture ainsi préparé estensemencé par un disque de gélose calibré, prélevé sur une culture solide de Colletotrichum Coccodes.

La fiole est mise à l'étuve à 27° C, et est agitée manuellement pendant 1 mn matin et soir.

Au bout de 5 jours de culture, le contenu de la fiole est transféré aseptiquement dans un homogénéiseur à couteaux préalablement stérilisé, puis broyé pendant 15 secondes à vitesse moyenne.

La suspension homogène de mycelium est ensuite lavée 3 fois par centrifugation à 4 000 t/mn, pendant 5 mn, avec remise en suspension.

- soit dans l'eau distillée stérile,
- soit dans une solution tampon stérile à pH : 6 (mélange de KH_2PO_4 (9,006 g/l) et de $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ M/15 (23,878 g/l) (L O P R I E N O 1961)).

Après la dernière centrifugation, le volume total est ramené aux volumes initiaux.

II - 1. 2. 2. - PREINCUBATION DU MYCELIUM AU CONTACT DES EXSUDATS.

Pour les expériences de longue durée, nous avons pratiqué une préincubation.

Une certaine quantité d'exsudat (concentré 2 fois) de chaque variété, est mélangée à une quantité égale de suspension de mycélium, dans une fiole stérile d'Erlenmeyer, de 25 cm³, prolongée par un long col (15 cm, tube de Ø 20 mm).

La fiole est ensuite soumise à agitations dans un bain-mari réglé à 27° C.

Les témoins d'exsudats sont constitués par une solution Hoagland et par de l'eau distillée.

Dans le cas où nous n'avons pas rajouté de glucose après préincubation, celle-ci a surtout pour but d'éviter les contaminations. Il est en effet difficile de stériliser les fioles de Warburg.

II - 1. 2. 3. - MESURE DE LA RESPIRATION.

Nous avons employé pour cela une respiration différentiel "G I L S O N".

II - 1. 2. 3. 1. - EQUIPEMENT DES FIOLES.

Nous utilisons des fioles de Warburg à 1 bras latéral.

Puit central : 0,2 ml de solution de KOH à 20 %. La surface d'absorption est augmentée par addition d'un petit ruban de papier whatman n° 1, plié en accordéon.

Compartiment latéral : 2 ml du mélange suspension de mycélium. substance à tester, prélevé dans les fioles de préincubation.

Bras latéral : utilisé dans le cas où on ajoute un substrat glucosé, constitué alors par 0,2 ml d'une solution de d-glucose à 2 %.

La fréquence des oscillations est réglée à 110/mm avec une amplitude de 3 cm.

La température du bain est de 27° C.

II - 1. 2. 3. 2. - MESURE DE LA RESPIRATION.

Tous les robinets sont d'abord laissés ouverts pendant 10 mm, le temps d'attendre l'équilibre thermique.

Puis, si nous utilisons le substrat glucosé, le contenu du bras est versé dans le compartiment latéral.

Les fioles sont ensuite mises en communication avec les manomètres, et les lectures sont faites à intervalles réguliers.

Les renseignements nécessaires pour mettre en oeuvre cette expérience, ont été pris dans "Manométric Technics" de U M B R E I T & S I M O N (1956).

II - 1. 3. - TESTS DE TROU D'AVANCE DU MYCELIUM.

La croissance du mycelium est appréciée dans des tubes recevant un milieu gélosé.

Ce dispositif assure normalement une grande régularité du taux de croissance jusqu'à l'occupation totale du tube (J O L Y 1964).

Les tubes que nous avons employés peuvent contenir, une fois couchés, 4 cc de milieu.

11.4.3.1. - PRÉPARATION DU MILIEU.

La gélose à l'eau à 2 % sont répartis dans chaque tube, stérilisé, à l'autoclave, avant solidification de la gélose, les tubes sont placés dans un bain-marie à 40° C. et les extraits stérilisés par filtration sont alors ajoutés dans les tubes, à raison de 2 cc. par tube.

Après homogénéisation avec la gélose en surfusion, les tubes sont couchés à plat pour refroidissement et solidification.

11.4.3.2. - PRÉPARATION DE L'INOCULUM.

La préparation de l'inoculum consiste en un semis ponctuel et central en boîte de Pétri, suivie d'une incubation à 27° C. pendant 8 jours.

Des cubes de gélose calibrés, sont prélevés sur le front de croissance de la colonie, et permettent d'ensemencer les tubes de façon homogène (M O R E A U & P E L H A T E 1966).

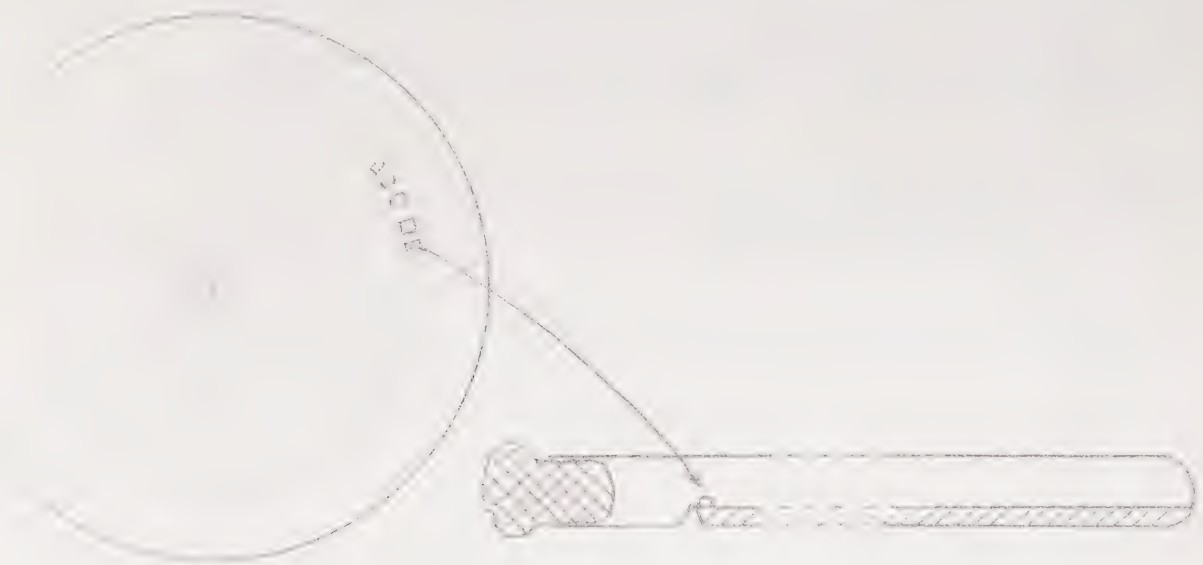


Fig. (1) - Ensemencement des tubes pour l'étude de la croissance de *C. coccodes* sur différents milieux.

Les tubes sont alors placés verticalement, l'ouverture étant située vers le bas, ceci pour éviter une inoculation secondaire provoquée par la chute de spores éventuellement formés sur le milieu.

La croissance a lieu à 27° C. et la longueur des colonies est mesurée tous les 3 ou 4 jours.

II - 1. 4. - TEST DE GERMINATION.

II - 1. 4. 1. - GERMINATION IN SITU.

Cette technique a été employée pour étudier la germination des spores de Colletotrichum coccodes, au contact des racines de différentes plantes.

II - 1. 4. 1. 1. - PREPARATION DU MATERIEL VEGETAL POUR L'OBTENTION DES EXSUDATS.

Nous avons utilisé pour cela, des boîtes en bois recouvertes de peinture laquée, de section carrée (10 cm X 10 cm) et de 20 cm de haut.

Un des côtés de la boîte est remplacé par une paroi vitrée amovible maintenue en place par des étriers; un cache opaque également amovible est placé sur la paroi vitrée pour éviter la prolifération d'algues.

Le pot est rempli de terre tamisée au tamis de 2 mm, et quatre plantules par pot sont repiquées le long de la paroi vitrée.

Nous avons ainsi pu obtenir en peu de temps une quantité importante de racines, le long de la paroi vitrée.

II - 1. 4. 1. 2. - PREPARATION DE SPORES DE COLLETO- TRICHUM COCCODES.

Une suspension concentrée de spores est obtenue par lavage avec une petite quantité d'eau distillée, d'une culture âgée de 15 jours sur farine d'avoine.

La suspension aqueuse est ensuite mélangée avec de l'eau gélosée maintenue en surfusion à 40° C.

Des lames parfaitement propres sont ensuite trempées dans la suspension de spores gélosée, et après solidification de la pellicule de gélose sur la lame, appliquées humides contre les racines.

II - 1. 4. 1. 3. - ESTIMATION DU TAUX DE GERMINATION.

Au bout de 24 H., les lames sont prélevées, après avoir dessiné au dos de la lame le tracé des racines.

Les lames sont mises à sécher, débarrassées au pinceau des plus grosses particules de terre ayant adhéré à la gélose, puis elles sont colorées au bleu coton, et examinées au microscope.

Le comptage des spores germées s'est avéré assez difficile. En effet, de nombreuses particules de terre adhèrent encore à la lame, obstruant une partie du champ et gênant l'observation.

II - 1. 4. 2. - GERMINATION DES SPORES IN VITRO.

Une série de pipettes calibrées est préparée en découpant une canne de verre de $\varnothing$ intérieur : 2,5 mm. Les gouttes obtenues à l'aide de ces pipettes ont pour volume approximativement 60 μ l.

Des lames parfaitement propres sont préparées en imprimant 2 ronds de paraffine par lame, à l'aide d'un tube de verre ($\varnothing=20$ mm) chauffé et préalablement posé sur un papier filtre imbibé de paraffine.

Les lames ainsi préparées sont posées sur un tube en U dans une boîte de Pétri, dont le fond est garni d'un papier filtre imbibé de 3 cc d'eau distillée.

Une suspension de spores est préparée à une concentration voisine de $5 \cdot 10^5$ spores par cm^3 (contrôlé à l'hématimètre), puis versé dans une seringue hypodermique munie d'une aiguille fine 4/10. Nous obtenons ainsi des gouttes qui ont pour volume approximatif 8 μ l.

Une goutte de substance à tester est déposée au centre du rond de paraffine, puis une goutte de suspension de spores. La suspension de spores obtenue à la fin sur la lame est de l'ordre de 10^5 spores par cm^3 .

En employant cette méthode, nous avons l'avantage de ne pratiquement pas diluer nos substances à tester, par l'apport de la suspension de spores.

Les boîtes de Pétri ainsiensemencées sont placées dans l'étuve réglée à 27° C.

Dans la deuxième partie de ce chapitre, nous avons fait une étude sur quelques aspects de la germination des spores de Colletotrichum coccodes.

II - 2. - INFLUENCE DE DIFFERENTS FACTEURS SUR LA GERMINATION DES CONIDIES DE COLLETOTRICHUM COCCODES (WALLR) HUGUES.

Ayant souvent constaté certaines anomalies dans la germination des spores de Colletotrichum coccodes :

- Retards, Dormances, Tubes germinatifs anormaux,

il nous a paru intéressant de rechercher les causes les plus importantes de ces anomalies, afin de les éliminer autant que possible, et obtenir ensuite des tests de germination fidèles et reproductibles.

Ces causes, très nombreuses, peuvent se partager en deux groupes principaux :

II - 2. 1. - FACTEURS PHYSIOLOGIQUES, PARMI LESQUELS NOUS ETUDIERONS SUCCESSIVEMENT :

II - 2. 1. 1. - INFLUENCE DU MILIEU DE FORMATION DES SPORES ET LEUR AGE.

II - 2. 1. 2. - INFLUENCE DES RACES PHYSIOLOGIQUES.

II - 2. 2. - FACTEURS D'ORDRE PHYSIQUE.

II - 2. 2. 1. - INFLUENCE D'AGENTS PHYSIQUES DIVERS :

- Température, Lumière, Humidité.

II - 2. 2. 2. - INFLUENCE DU LAVAGE DES SPORES.

II - 2. 2. 3. - INFLUENCE DE LA CONCENTRATION EN SPORES.

II - 2. 1. - FACTEURS PHYSIOLOGIQUES.

II - 2. 1. 1. - INFLUENCE DU MILIEU DE SPORULATION ET DE L'ÂGE DES SPORES SUR LEUR COMPORTEMENT.

D A R B Y & M A N D E L S (1955) ont montré des différences de comportement des spores de différents champignons, suivant le milieu de leur formation, et l'âge de la colonie.

F L O Y D (1965) a montré que la source d'azote utilisée par C. phomaïdes (= C. coccodes), influe nettement sur la virulence du champignon et donc sur sa physiologie.

D'autre part, F O R L O T (1965), en utilisant des tranches de pomme de terre non stériles comme milieu de sporulation, a montré qu'il y avait augmentation de la taille des conidies de C. coccodes et amélioration du pouvoir germinatif, par rapport aux spores formées sur milieu gélosé P. D. A. ou Maltéa.

Pour éviter ces variations, nous avons constamment utilisé le même milieu de sporulation. Nous avons choisi un milieu à la farine d'Avoine gélosée, sur lequel C. coccodes, produit des conidies en abondance.

II - 2. 1. - INFLUENCE DES RACES PHYSIOLOGIQUES.

L O P R I E N O (1962), observant la variabilité des caractères cultureux de 25 isoléments monospores de C. coccodes a défini différentes races physiologiques, ses observations étant en partie basées sur la production des spores.

F O R L O T (1965) a montré les différences de comportement de ces races physiologiques : le pourcentage de spores germées en 6 heures peut varier entre 1 et 98 %, suivant la souche utilisée. La formation des appressoria varie également dans les mêmes proportions.

Nous n'avons utilisé pour nos expériences de germination qu'une seule souche : la souche n° 11 qui sporule abondamment et qui nous a été transmise par le Docteur F. J. S C H W I N N, de l'Institut de Pathologie végétale de BONN.

Pour éviter la dégénérescence des souches, celles-ci sont périodiquement repiquées sur tubercules de pommes de terre stérilisés à l'autoclave.

II - 2.2. - FACTEURS D'ORDRE PHYSIQUE .

II - 2.2.1. - INFLUENCE D'AGENTS PHYSIQUES DIVERS (Température, Humidité, pH.)

II - 2.2.1.1. - TEMPERATURE.

J A K U B C Z Y K (1962) a montré que la formation de conidies de C. coccodes, était très influencée par la température. Elle est très abondante de 23 à 35°. Mais les spores formées à haute température -au-dessus de 30°- ont une vitalité moindre et germent en général plus rapidement que celles formées à basse température.

Il a également montré que les spores pouvaient germer entre 4° et 37° C. avec un optimum vers 28° - 30° C.

H O F F M A N (1959) situe cet optimum à 25°. Pour notre part, nous avons remarqué qu'une température de 27°, aussi bien pour la formation des spores de C. coccodes que pour leur germination, donnait des résultats excellents.

II - 2.2.1.2. - HUMIDITE.

Si les spores de nombreux champignons peuvent germer à partir d'une humidité de 75 % (G O T T L I E B 1950 - C O C H R A N E 1960), les spores de C. coccodes, par contre, ne peuvent pas germer en atmosphère humide, et exigent l'eau sous forme liquide.

Pour nos expériences, les spores sont donc mises en suspension dans l'eau, et la germination a lieu sur lames déposées elles-mêmes en atmosphère humide.

II - 2.2.1.3. - p H.

D'après H O F F M A N (1959) la germination des conidies de C. coccodes a lieu entre p H = 3 et p H = 8 avec optimum pour p H = 5 à 6.

II - 2.2.1.4. - MILIEU.

Si l'action de la lumière peut être sensible sur la germination des spores de nombreux champignons (D I L L O N & W E S T O N 1937 - M O R R I S S O N 1964) nous n'avons, en ce qui concerne Colletotrichum coccodes, trouvé aucune différence entre les spores germées à la lumière et à l'obscurité.

II - 2. 2. 2. - INFLUENCE DU LAVAGE DES SPORES SUR LEUR GERMINATION.

Nous avons voulu savoir si le lavage des spores, en les débarrassant de toute trace de milieu extérieur à la spore, mais aussi de leur mucilage, permettait une meilleure réponse aux tests biologiques.

Il était également intéressant de savoir, si le lavage provoquait un taux de germination plus élevé -comme c'est le cas pour les urédospores, de la rouille du haricot (B E L L & D A L Y 1962 - S T A P L E S & Coll 1962), pour les spores d'Hypoxyton pruinaum, (H U B B E S & D'A S T O U S 1967), ou encore celles de Perenospora tabacina (S H E - P H E R D & M A N D R Y K 1962) - ou au contraire, plus faible, comme c'est le cas pour Sclerotinia fructicola (G O L D S W O R T H Y & G R E E N 1936 - L I N 1940) ou Glomerella cingulata (L I N 1945).

TECHNIQUE D'ETUDE.

Les spores recueillies en lavant une culture de 15 jours avec de l'eau stérile, sont lavées par centrifugation à 5 000 tours mn, et pendant 5 mn, 5 fois de suite avec de l'eau distillée stérile.

Après remise en suspension des spores dans l'eau distillée et incubation à 27° C, nous avons constaté une complète inhibition du pouvoir germinatif.

En centrifugeant et en remettant les spores en suspension dans le surnageant, nous avons vérifié que la centrifugation seule n'était pas responsable de cette inhibition. Elle entraîne cependant un léger retard à la germination : il faut dans le surnageant attendre au moins 6 H. pour voir apparaître les premiers tubes germinatifs, alors qu'ils apparaissent normalement en 2 H.

Le lavage des spores a donc entraîné certaines substances nécessaires à leur germination.

R I C H A R D S O N & T H O R N (1962), avec des spores de Neurospora tetrasperma, ont montré que les spores en suspension dans l'eau perdent de nombreux constituants : amino-acides, phosphates, sucres, inhibiteurs de germination, et enzymes ; la somme de ces pertes pouvant aller jusqu'à 1,5 % du poids de la spore, pour les hydrates de carbones et les acides aminés (K O & L O K W O O D 1967). K R I S H N A N & D A M L E (1956), trouvent des metaphosphates dans l'eau de lavage des spores d'Aspergillus niger.

D'autre part, les spores de certains champignons contiennent également des stimulants de germination, qui peuvent aussi être entraînés par lessivage (A L L E N 1957 - Journal of General Microbiology).

Il est certain qu'une perte excessive de ces constituants par lavage intensif, peut soit permettre l'action d'inhibiteurs internes non entraînés par le lavage, et dont l'action est normalement contrebalancée par des stimulants dans les spores non lavées, soit vider partiellement

la spore de ses réserves nutritives et la rendre incapable de germer sans l'aide d'éléments nutritifs extérieurs.

Nous avons donc essayé de lever cette inhibition en incubant les spores dans différents milieux.

Nous avons essayé : Extrait de Malt, Extrait de levure, Phytone, d-Glucose, à des concentrations variées, c. a. d. : 5.10^{-5} , 5.10^{-4} , 5.10^{-3} , 5.10^{-2} , extraits de tiges de tomates, obtenus suivant la manière décrite au § IV 1. 2. et première eau de lavage des spores.

RESULTATS : Les extraits de malt, de levure, et le phytone, ont partiellement levé l'inhibition, même à faible concentration, mais les spores lavées, germent en 20 H, alors qu'elles germent ordinairement en 3 H.

Le d- Glucose n'a pu lever l'inhibition et parmi les extraits de tomates, seuls ceux de la variété russe "BREKODEY", ont pu permettre la germination de façon appréciable.

Ceux des variétés "Rouge Grosse" et "Marglobe", ont également permis une légère germination, mais à des taux extrêmement faibles.

La première eau de lavage des spores rétablit en partie le pouvoir germinatif.

Les résultats sont résumés dans le tableau I.

Parallèlement à ces essais de levée d'inhibition, nous avons voulu voir l'influence des milieu x utilisés, sur le mode de germination et sur la formation des appressoria.

Nous avons constaté que le pourcentage de spores possédant 2 et même 3 tubes germinatifs, augmentait avec la concentration du milieu nutritif.

Des phénomènes analogues ont également été observés chez Dendryphiella vinosa et Helminthosporium spiciferum (R E I S I N G E R 1967 - COMMUNICATION PERSONNELLE).

En même temps que l'augmentation du nombre de tubes germinatifs, l'aspect de la conidie se modifie : si aux faibles concentrations (Levure 5.10^{-6} , 5.10^{-5}) les spores germées présentent un aspect tout à fait comparable aux descriptions de Von A R X (1957), c'est-à-dire : tubes germinatifs de faible diamètre, nettement inférieur à celui de la conidie, et terminés par un appressorium simple ou légèrement festonné, aux fortes concentrations de milieu (5.10^{-3} , et surtout 5.10^{-2}), ainsi que dans les extraits de tiges de tomates variété "BREKODEY", la spore germe différemment :

D'abord, gonflement jusqu'à 2 et 3 fois le volume primitif, puis allongement sans que l'on puisse distinguer le tube germinatif de la spore initiale.

Nous pensons que les deux faits précédents, c'est-à-dire : germination bipolaire et gonflement des spores aux fortes concentrations d'éléments nutritifs, ne sont en fait qu'un seul et même phénomène.

En effet, selon D. E. BARKER (1961), la présence d'éléments nutritifs extérieurs permettrait à la spore de se comporter directement comme un morceau d'hyphe végétative, la spore retenant son protoplasme, et un nouveau protoplasme étant synthétisé au cours de la germination.

---T A B L E A U I---

- Germination des spores lavées en présence de différents milieux.
- Temps de germination : 20 h - 200 spores comptées par lames.
- 5 répétitions.

Les chiffres indiqués expriment des pourcentages.

Milieux.	Spores germées	Germ ^{ion} Unipolaire	Germ ^{ion} Bipolaire	Appresoria	Germ ^{ion} Unipolaire	Germ ^{ion} Bipolaire	Appresoria
	En fonction des spores germées.				En fonction du nombre total de spores observées.		
	1	2	3	4	5	6	7
H ₂ O	0	0	0	0	0	0	7
Extrait de levu- concentration : 5.10 ⁻⁴	50	100	0	30	50	0	15
C ⁿ . 5.10 ⁻⁵	84	99	1	68	83,1	0,8	57,1
C ⁿ . 5.10 ⁻⁴	86	97	3	98	83,4	2,6	84,2
C ⁿ . 5.10 ⁻³	89	82	13	2	73	11,5	1,8
Eau de lavage des spores	60	100	0	45	60	0	27
Extrait de tiges de tomate Var. Brékodéy	30	Non étudié					
Extrait de tiges de tomate Var. Marglobe.	3,5	Non étudié					
Extrait de tiges de tomate Var. Rouge Grosse	4,8	Non étudié					
Extrait d'autres Variétés.	0	Non étudié					
d- Glucose (tt. concentrations)	0	0	0	0	0	0	0

Dans les colonnes 2 - 3 - 4, les résultats sont donnés par rapport au nombre de spores germées.

Dans les colonnes 5 - 6 - 7, les résultats sont donnés par rapport au nombre total de spores examinées.

Nous n'avons pas reproduit les tableaux des pourcentages de germination et de formation des appressoria dans les autres milieux : Extrait de Malt et Phytone.

Les résultats sont à peu près similaires, mais à des concentrations différentes.

En effet, tous les milieux ne favorisent pas également la formation des appressoria. Nous trouverons dans le tableau II, une comparaison entre les résultats obtenus avec l'extrait de levure et l'extrait de Malt, au pourcentage optimum de formation des appressoria.

(	:	:	:
(Milieux	: Germination	: Appressoria	)
(-----	: -----	: -----	)
(Extrait de Malt 5.10^{-3}	: 87	: 75	)
(-----	: -----	: -----	)
(Extrait de levure 5.10^{-4}	: 86	: 98	)
(-----	: -----	: -----	)

TABLEAU II - COMPARAISON ENTRE LES EXTRAITS DE MALT ET DE LEVURE.

La germination est exprimée en pourcentage. Le pourcentage des appressoria est donné en fonction des spores germées.

De ces résultats, nous pouvons déjà tirer certaines conclusions.

II - 2. 2. 2. 1. - GERMINATION DANS L'EAU DE LAVAGE.

Il est compréhensible que la germination ne soit pas rétablie complètement : Les substances permettant la germination, normalement concentrées à l'intérieur de la spore, ou dans la gangue mucilagineuse qui l'entoure, sont en effet fortement diluées dans l'eau de lavage.

Il serait intéressant de concentrer cette eau de lavage et voir si son action sur la germination est ainsi renforcée.

II - 2. 2. 2. 2. - FORMATION DES APPRESSORIA.

Un milieu nutritif très riche (Extrait de levure 5.10^{-3} , 5.10^{-2}) ne permet pas la formation des appressoria. Un milieu nutritif trop pauvre ne la favorise pas non plus.

II - 2. 2. 2. 3. - LEVÉE D'INHIBITION PAR MALT, PHYTONE, LEVURE.

Le fait que la germination ne soit pas possible dans le d-glucose, ni dans la plupart des extraits de tiges de tomate, mais possible en 20 H. (au lieu de 3 H pour les spores non lavées) dans des milieux tels que le Malt, l'extrait de levure et le phytone, laisse supposer que les deux hypothèses formulées précédemment (1° le lavage entraîne la perte de matière stimulante ; 2° le lavage enlève une partie des réserves nutritives de la spore), sont valables concurremment.

En effet, la perte de réserves nutritives nécessaires à la germination, devrait être plus rapidement compensée dans un milieu riche que dans un milieu pauvre, et devrait également être compensée dans les milieux complexes que représentent les extraits de tiges de tomate.

Or, nous avons constaté que les premiers stades de la germination n'apparaissaient pas plus rapidement dans les milieux concentrés que dans les milieux très dilués, et que la plupart des extraits de tiges de tomate ne provoquaient qu'un taux négligeable de germination.

Il faut donc admettre la présence de matières stimulantes dans les spores non lavées.

De même, si l'on postule que seule la perte de substances stimulantes empêche la spore de germer rapidement, le simple fait de lui en fournir en concentration suffisante, devrait permettre une germination normale en 6 H.

Or, nous avons constaté que la spore lavée, en présence de n'importe quel milieu, même très concentré, demandait un temps nettement supérieur pour commencer à germer.

En fait, il est possible que les deux termes "Matière stimulante" et "Réserve Nutritive" soient indissociables.

La spore exigerait pour germer un certain équilibre entre différentes substances, équilibre qui serait rompu par le lavage, et imparfaitement rétabli par les milieux que nous avons essayés.

Il serait intéressant d'étudier plus à fond ce phénomène, par exemple, en testant sur la spore des fractions déterminées d'une eau de lavage concentrée.

II - 2. 2. 3. - INFLUENCE DE LA CONCENTRATION DES SPORES SUR LEUR GERMINATION.

II - 2. 2. 3. 1.

Parallèlement à l'étude du lavage des spores, entraînant une dilution extrêmement poussée des principes actifs se trouvant dans la spore, nous avons voulu étudier l'effet d'une dilution légère des spores sur leur germination.

Nous avons en effet constaté que de fortes concentrations de spores entraînaient une notable diminution de germination, allant jusqu'à la dormance complète pour les spores en masse.

Des faits analogues ont souvent été constatés pour de nombreux champignons, et nous avons recherché dans la littérature, notamment dans les revues données par G O T T L I E B (1950), C O C H R A N E (1960), S H E P H E R D & M A N D R Y K (1962), A L L E N (1965), des explications concernant ce phénomène.

Nous avons pu classer ces explications en deux groupes :

1° - Action d'inhibiteurs, dilués, ou contrebalancés par des stimulants quand la germination devient possible.

2° - Compétition pour divers éléments.

II - 2. 2. 3. 1. 1. - ACTION D'INHIBITEURS DE GERMINATIONS ET DE STIMULANTS.

II - 2. 2. 3. 1. 1. 1. - INHIBITEURS.

La présence de nombreux inhibiteurs, dont l'origine et la composition semblent différer énormément suivant les espèces, a été mise en évidence dans les spores de champignons. Ces inhibiteurs sont, soit préexistants dans la spore ou sur la spore, soit produits par la spore elle-même.

II - 2. 2. 3. 1. 1. 1. 1. - INHIBITEURS PREEXISTANTS

et K R I S H N A N & Coll. (1954) avec Coccomyces hiema et K R I S H N A N & Coll. (1954) avec Aspergillus niger, ont émis l'hypothèse qu'un inhibiteur était présent dans les spores dès le moment de leur formation.

La nature chimique de ces inhibiteurs semble être assez obscure. Si certains auteurs ont pu les classer en substances volatiles, par exemple chez Fusarium coeruleum (B O Y D 1952), ou chez Tilletia tritici (R I E H M 1923), et en substance non volatiles, par exemple chez Erysiphe graminis (D O M S C H 1954) ou chez Puccinia graminis tritici (V A N S U M E R E & Coll. 1953), des identifications plus poussées données par

W I L S O N (1958) pour la rouille du haricot, et par F O R S I T H (1955), pour Puccinia graminis tritici, ont été contestées ensuite par B E L L & D A L Y (1962).

Il serait fort possible qu'en fait, pour de nombreux champignons, il n'y ait pas un, mais des inhibiteurs. En effet, L I N G A P P A & L I N G A P P A (1967) ont montré dans la substance responsable de l'auto-inhibition chez Glomerella cingulata la présence de 4 alcaloïdes différents.

Ceci a été confirmé pour certaines rouilles où des inhibiteurs endogènes ont été isolés (A L L E N 1955 - Y A R W O O D 1954 - 1956).

D'après A L L E N (1965), il y aurait également production d'inhibiteurs par les conidiophores ou le mycélium.

II - 2. 2. 3. 1. 1. 1. 2. - INHIBITEURS PRODUITS PAR LA SPORE.

Les inhibiteurs peuvent être libérés par les spores elles-mêmes au cours de leur germination.

C'est ainsi que F O R S Y T H (1955) a trouvé que le triméthylethylène produit durant la germination de certaines spores de Puccinia graminis tritici inhibait la germination du reste de la population.

Un mécanisme similaire a été observé par S T E D M A N & Coll. (1956) en travaillant avec Bacillus globigii.

Enfin, J O L Y (1964) a montré qu'un tel phénomène pouvait se produire entre les différentes loges d'une spore pluricellulaire.

II - 2. 2. 3. 1. 1. 1. 3. - STIMULANTS.

Ayant une action opposée aux inhibiteurs, des stimulants de germination ont été remarqués chez les spores de Reticularia lycoperdon (W I L S O N & C A D M A N 1928), de nombreux myxomycètes (S M A R T 1937) de Claviceps purpurea (G A R A Y 1956) de Puccinia graminis tritici (E Z E K I E L 1930), puis isolés dans les spores de certaines rouilles (A L L E N 1957 - F R E N C H & Coll. 1937 a - b).

La dormance des spores en masse serait due à un équilibre entre inhibiteurs et stimulants, et il suffirait que l'équilibre soit rompu, par exemple par un lavage léger (B E L L & Coll. 1962 - S T A P L E S & R O B I N S O N 1964), ou par une dilution entraînant une baisse de concentration de l'inhibiteur au niveau des spores ou une activation des stimulants (C A N T I N O 1951) pour permettre la germination de celles-ci.

C A R L I L E & S E L L I N (1963), travaillant avec les spores de nombreux champignons ont donné une explication semblable.

II - 2. 2. 3. 1. 2. - COMPETITION POUR DIVERS ELEMENTS.

B R O W N (1922), note que les spores de Botrytis cinerea, en suspension trop concentrée ne germent pas par suite d'une compétition trop importante pour les éléments nutritifs.

M A G I E (1935) attribue le manque à germer des spores de Coccomyces hiemalis à une compétition pour l'oxygène.

De même D O R A N (1922) utilisant un mélange de spores de plusieurs champignons obtient les mêmes conclusions.

La compétition pour l'oxygène semble bien réelle; en effet, il a été mis en évidence que le taux de respiration des spores est inversement proportionnel à leur concentration, (C O C H R A N E & Coll. 1963, I R V I N E 1963, F A R K A S & L E D I N G H A M 1959).

En ce qui concerne Colletotrichum coccodes, nous avons observé un phénomène concernant la formation des appressoria, et qui peut être lié à la tension relative en oxygène.

Si nous déposons une goutte de suspension de spores sur une lame, et que nous mettons en incubation, nous constatons que les appressoria se forment plus volontiers au centre de la goutte, là où son épaisseur est maximum (fig. 3) et ce, quelque soit la concentration de la goutte en éléments nutritifs.

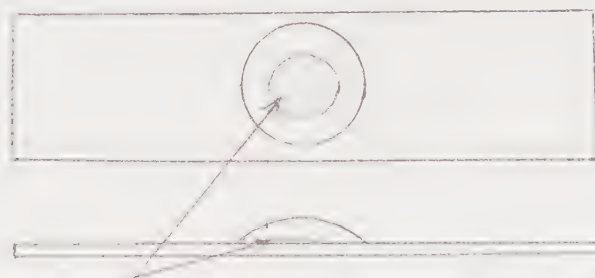


Fig. 3 - Zone où se forment plus volontiers les appressoria.

En même temps que nous testions l'effet de la concentration en spores sur leur germination et que nous recherchions les causes des inhibitions observées à forte concentration, nous avons donc essayé de voir l'effet de différentes concentrations en oxygène sur les spores.

III - 2. 2. 3. 1. 2. 1. - DIFFERENTES CONCENTRATIONS.

Une suspension concentrée de spores de C. coccodes, est obtenue en lavant légèrement une culture de 15 jours, Les spores sont comptées à l'aide d'un hématimètre.

A partir de cette suspension-mère concentrée, des dilutions successives nous ont donné les concentrations suivantes :

$10^4 - 3,3.10^4 - 10^5 - 3,3.10^5 - 10^6 - 3,3.10^6 - \text{et } 10^7$,
spores par cm^3 .

A partir de ces dilutions, nous avons fait trois lots identiques.

1er lot - Atmosphère pauvre en oxygène.

Après avoir dégazé les suspensions sous la trompe à vide, nous avons prélevé une goutte de chaque dilution et l'avons mise sur des lames contenues dans des boîtes de Pétri, suivant la méthode décrite au paragraphe II 1. 4. 2., l'humidité nécessaire étant entretenu par une solution aqueuse (4 cm^3) de pyrogallate de potassium imbibant un papier filtre disposé au fond de la boîte.

2e lot - Atmosphère normale.

Les suspensions de spores ne sont pas dégazées. Le liquide humidificateur est de l'eau distillée.

3e lot - Atmosphère riche en oxygène.

Les suspensions ne sont pas dégazées. Le liquide humidificateur est de l'eau oxygénée, complètement réduite par une quantité suffisante de bioxyde de manganèse ajoutée au moment de la fermeture de la boîte.

Les trois lots sont mis en incubation à l'étuve réglée à 27°C , et sont retirés au bout de 4 heures pour comptage. Nous avons obtenu les résultats suivants donnés par le tableau III et la figure 4.

- T A B L E A U I I I -
=====

GERMINATION DES SPORES EN FONCTION DE LEUR CONCENTRATION ET DE LA
TENEUR EN OXYGENE.

(	:	:	:	:	:	:	:	:	:	)
(	:	Atmosphère normale			Pauvre en O ₂ (Pyrogallol) ²			riche en O ₂ (H ₂ O ₂)		
(	:	:	:	:	:	:	:	:	:	)
(	Concentration	-----			-----			-----		
(	:	:	:	:	:	:	:	:	:	)
(	:	Germée	Appressoria	Germée	Appressoria	Germée	Appressoria	Germée	Appressoria	)
(	:	:	:	:	:	:	:	:	:	)
(	-----	-----			-----			-----		
(	:	:	:	:	:	:	:	:	:	)
(	:	:	1	2	:	1	2	:	1	2
(	:	:	:	:	:	:	:	:	:	)
(	10 ⁷	:	30	50	15	:	40	7	2	:
(	(1	:	:	:	:	:	:	:	65	62 %
(	:	:	:	:	:	:	:	:	:	40
(	:	:	:	:	:	:	:	:	:	)
(	-----	-----			-----			-----		
(	:	:	:	:	:	:	:	:	:	)
(	3 - 10 ⁶	:	43	55	24	:	55	74	41	:
(	(2	:	:	:	:	:	:	:	23	20 %
(	:	:	:	:	:	:	:	:	:	5
(	:	:	:	:	:	:	:	:	:	)
(	-----	-----			-----			-----		
(	:	:	:	:	:	:	:	:	:	)
(	10 ⁶	:	68	38	26	:	41	36	15	:
(	(3	:	:	:	:	:	:	:	0	0
(	:	:	:	:	:	:	:	:	0	0
(	-----	-----			-----			-----		
(	:	:	:	:	:	:	:	:	:	)
(	3 - 10 ⁵	:	43	31	13	:	16	28	4,5	:
(	(4	:	:	:	:	:	:	:	0	0
(	:	:	:	:	:	:	:	:	0	0
(	:	:	:	:	:	:	:	:	:	0
(	-----	-----			-----			-----		
(	:	:	:	:	:	:	:	:	:	)
(	10 ⁵	:	42	15	6	:	26	8	2	:
(	(5	:	:	:	:	:	:	:	0	0
(	:	:	:	:	:	:	:	:	0	0
(	:	:	:	:	:	:	:	:	:	0
(	-----	-----			-----			-----		
(	:	:	:	:	:	:	:	:	:	)
(	3,3 - 10 ⁴	:	38	40	15	:	30	21	6	:
(	(6	:	:	:	:	:	:	:	0	0
(	:	:	:	:	:	:	:	:	0	0
(	:	:	:	:	:	:	:	:	:	0
(	-----	-----			-----			-----		
(	:	:	:	:	:	:	:	:	:	)
(	10 ⁴	:	24	44	10,5	:	35	34	12	:
(	(7	:	:	:	:	:	:	:	0	0
(	:	:	:	:	:	:	:	:	0	0
(	:	:	:	:	:	:	:	:	:	0
(	-----	-----			-----			-----		

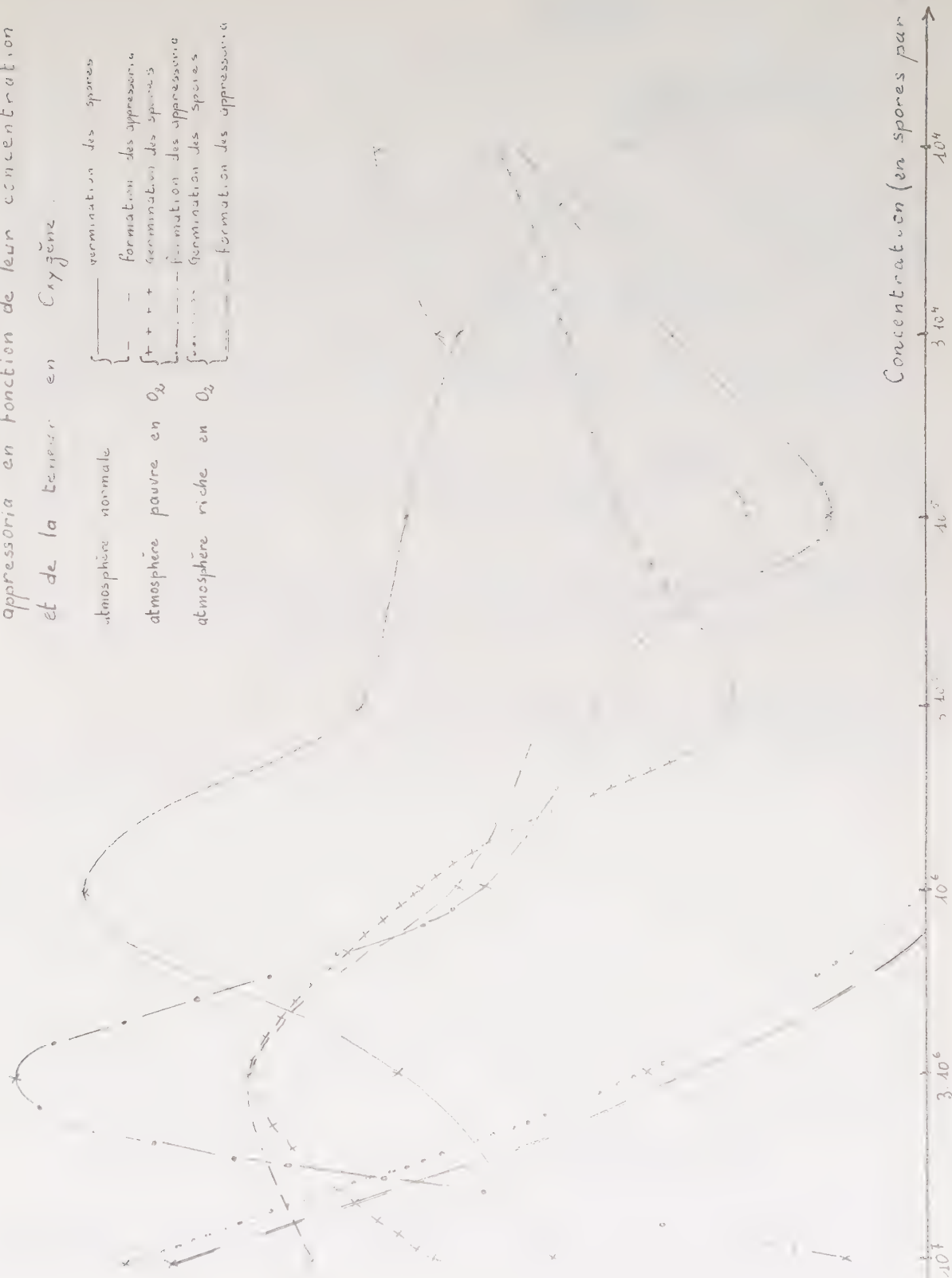
Les chiffres expriment les pourcentages.

Le pourcentage des appressoria est exprimé par rapport aux spores germées (Col. 1) et par rapport au nombre total de spores examinées (Col. 2).

FIGURE 4

Concentration des spores et formation des appressoria en fonction de leur concentration et de la teneur en O₂.

atmosphère normale { ———— germination des spores
 atmosphère pauvre en O₂ { - - - - - formation des appressoria
 atmosphère riche en O₂ { + + + + + germination des spores
 { formation des appressoria
 { = = = = = germination des spores
 { - - - - - formation des appressoria



II - 2. 2. 3. 3. - INTERPRETATION DES RESULTATS.

II - 2. 2. 3. 3. 1. - ATMOSPHERE RICHE EN OXYGENE.

Les besoins en oxygène pour la germination semble très variable suivant les champignons. Si la germination est possible à des teneurs extrêmement faibles en oxygène (0,000 3 %) pour les spores de certaines Mucor (L O P R I O R E 1895) et même sans oxygène pour Tilletia controversa (B O N I N G & Coll. 1958) et pour Sclerotinia fructicola (L I N 1940), il semble que pour la majorité des champignons, il faille une certaine teneur en oxygène pour permettre la germination qui peut être retardée ou même inhibée complètement par ^{une} trop faible tension de ce corps (W O O D - B A K E R 1955 - C O C H R A N E & Coll. 1963.).

Il semblerait également que la tension d'oxygène la plus favorable à la germination soit supérieure à la tension de ce gaz dans l'atmosphère (C H I L D 1929 - W O O D - B A K E R 1955).

D'autre part, nos résultats dans l'atmosphère riche en oxygène montrent qu'une trop forte tension d'oxygène peut également entraîner une baisse de pouvoir germinatif. Ceci a également été montré par W O O D - B A K E R (1955) sur Mucor hiemalis.

Il semble donc qu'il existe une tension d'oxygène moyenne qui favoriserait le plus la germination et la courbe représentative de la germination en fonction de la tension d'oxygène pourrait être une courbe de la forme suivante (fig. 5), le maximum étant situé au-delà de 20 % d'oxygène (tension dans l'atmosphère).



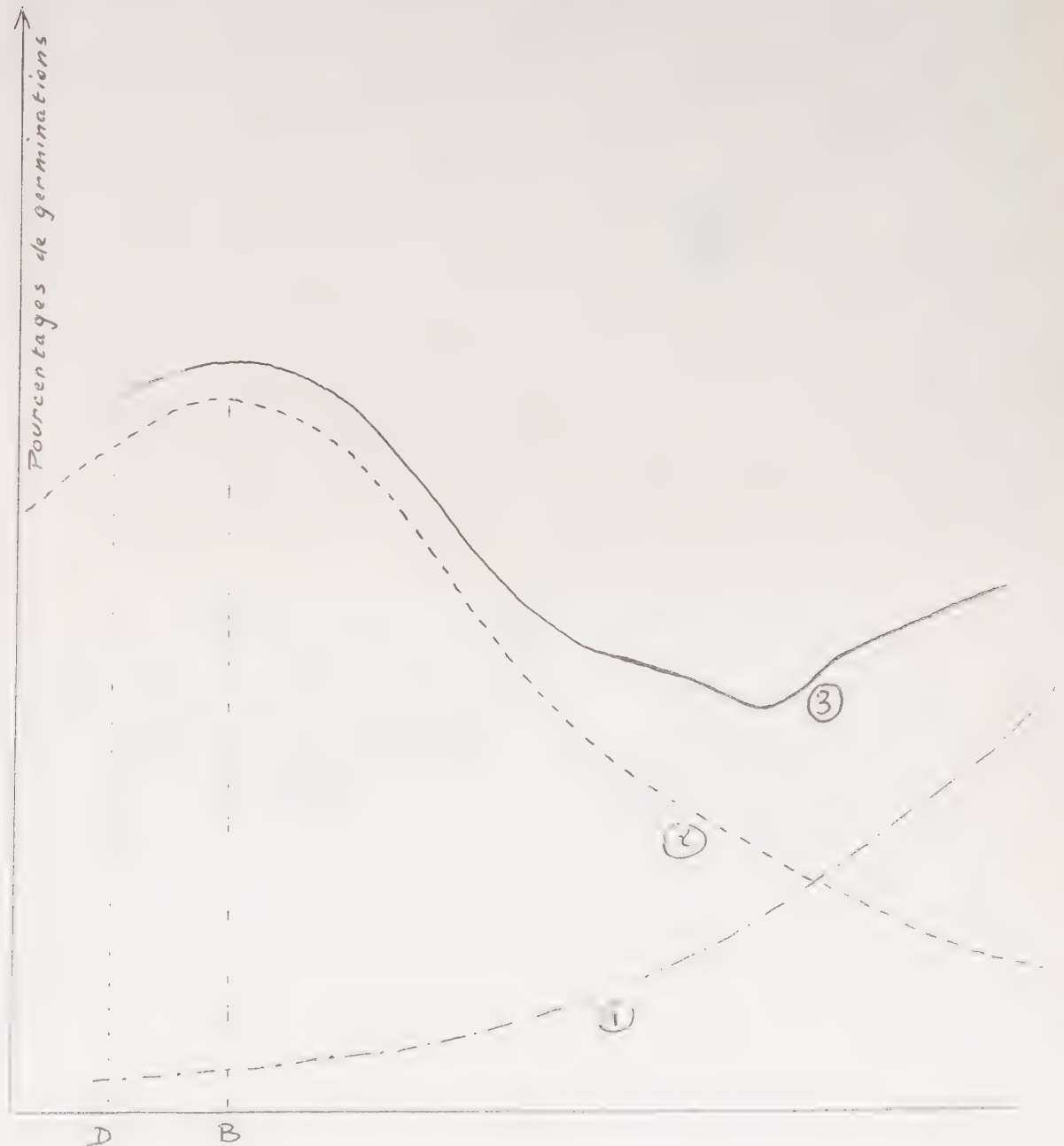
Fig. 5 : courbe théorique donnant le pourcentage de germination des spores en fonction de la concentration en oxygène.

Dans l'atmosphère riche en oxygène, nous nous situerons dans la partie droite de la courbe.

Fig. 7 : interprétation théorique de la courbe de germination obtenue en atmosphère pauvre en oxygène.

Courbe (1) : Portion gauche de la courbe théorique de germination des spores en fonction de la tension d'oxygène (voir fig. 5).

Courbe (2) : Courbe théorique de la germination des spores en fonction de leur dilution (voir fig. (1)).



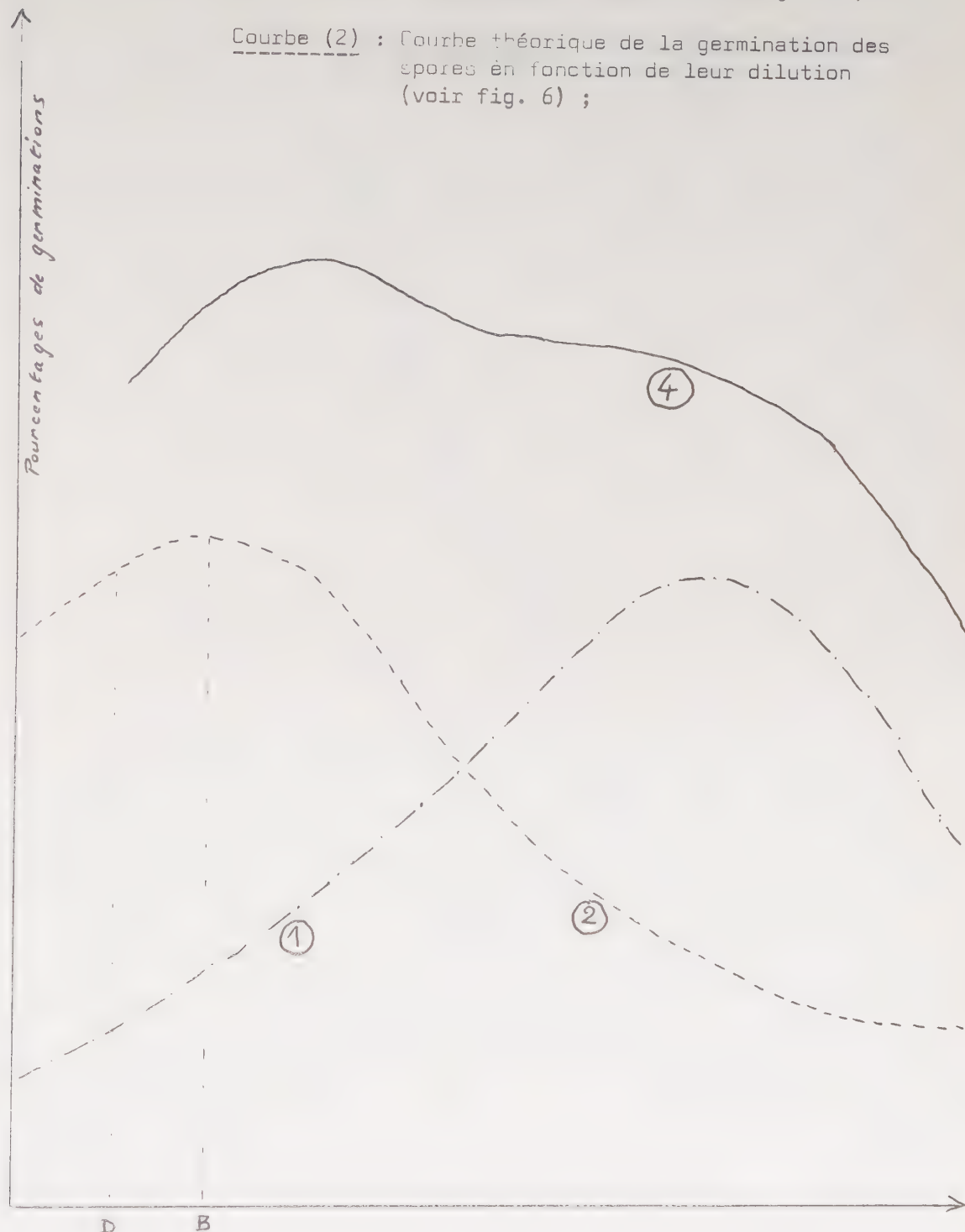
Courbe (3) : courbe théorique obtenue en effectuant la somme de (1) et (2).

Cette courbe présente les caractéristiques de la courbe obtenue réellement en atmosphère pauvre en oxygène.

Fig. 8 : interprétation théorique de la courbe de germination obtenue en atmosphère normale.

Courbe (1) : Portion centrale de la courbe théorique de germination des spores en fonction de la tension d'oxygène (voir fig. 5) ;

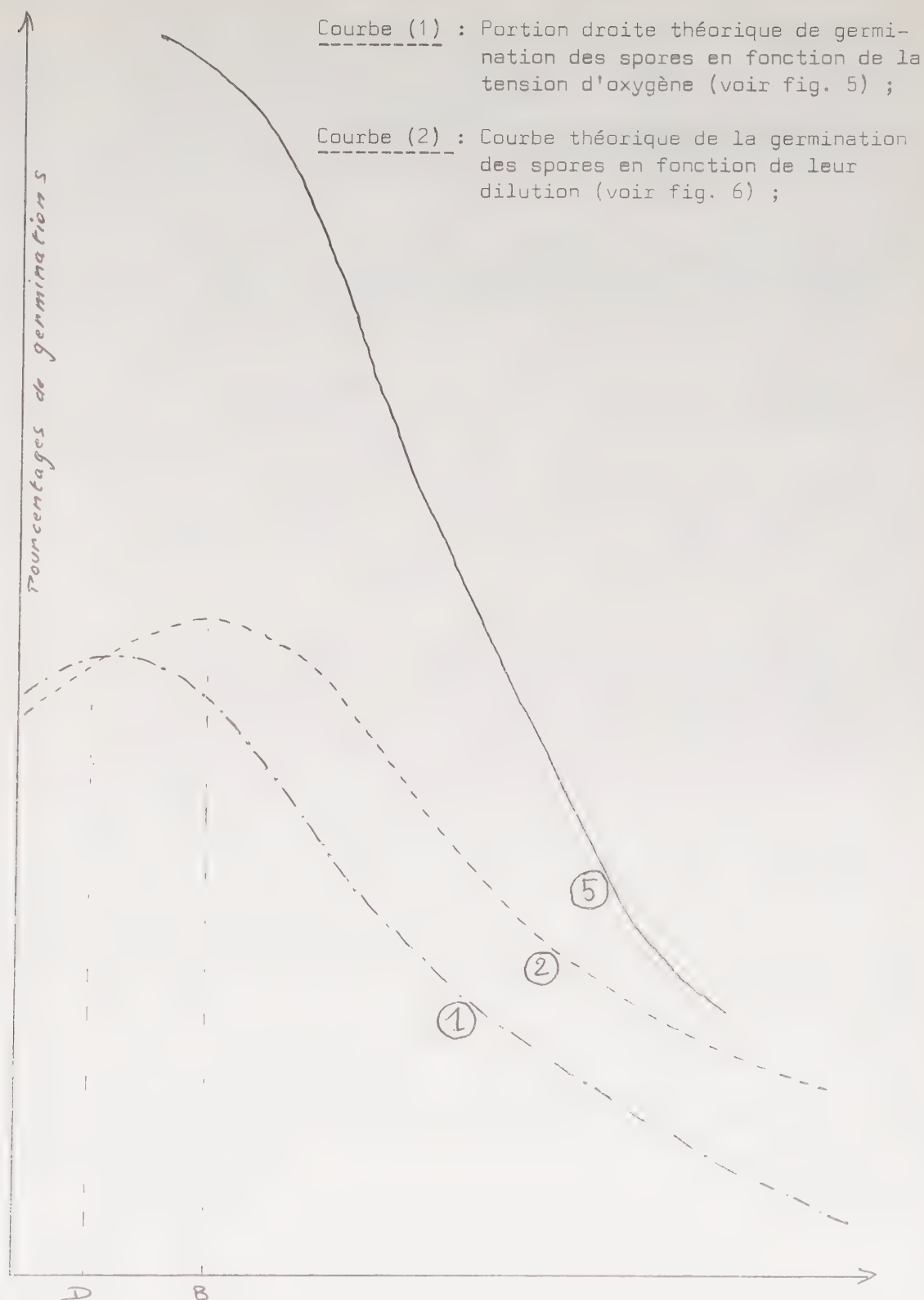
Courbe (2) : Courbe théorique de la germination des spores en fonction de leur dilution (voir fig. 6) ;



Courbe (4) : Courbe théorique obtenue en effectuant la somme de (1) et (2).

Cette courbe présente les caractéristiques de la courbe obtenue réellement en atmosphère normale.

Fig. 9 : interprétation théorique de la courbe de germination obtenue en atmosphère riche en oxygène.



Courbe (5) : Courbe théorique obtenue en effectuant la somme de (1) et (2).

Cette courbe présente les caractéristiques de la courbe obtenue réellement en atmosphère riche en oxygène.

II - 2. 2. 3. 4. - DISCUSSION DES RESULTATS.

Il est évident que les résultats ne constituent pas une démonstration exacte de la réalité des faits envisagés, mais simplement une hypothèse qui rend assez bien compte du phénomène.

En effet, l'imprécision de la méthode employée pour modifier l'atmosphère entourant la spore ne permet pas de tirer des conclusions définitives.

D'autre part, la solution de pyrogallol employée pour piéger l'oxygène dans la boîte de Pétri étant fortement basique, prend également le gaz carbonique qui peut se trouver dans l'atmosphère, ou qui peut être dégagé par les spores en germination.

Or, de nombreux auteurs ont montré que le CO₂ pouvait intervenir dans le processus de germination (S U S S M A N 1956, Y A N A G I T A 1957, K I T A H A R A 1958, K I T A H A R A 1959).

Il serait intéressant de poursuivre ces expériences et vérifier ainsi les hypothèses proposées.

- C H A P I T R E I I I -

=====

INFLUENCE DES EXUDATS RADICULAIRES DE DIFFERENTES VARIETES DE TOMATES ET DE QUELQUES AUTRES PLANTES SUR COLLETOTRICHUM COCCODES.

Nous avons étudié d'une part des exsudats radiculaires stériles, d'autre part des exsudats non stériles des différentes variétés, et l'action de chacun d'entre eux sur deux manifestations du métabolisme de C. coccodes : respiration du mycelium et germination des spores.

III - 1. - TECHNIQUE ET METHODES.

III - 1. 1. - OBTENTION DES EXUDATS.

III - 1. 1. 1. - MODE D'OBTENTION DES EXUDATS RADICULAIRES STERILES.

Des semences des différentes variétés de tomates sont désinfectées superficiellement pendant 1,5 mn dans un mélange à parties égales d'une solution de $Hg Cl_2$ à 2 % dans l'eau et d'alcool à 95°. Après 3 rinçages à l'eau distillée stérile, les graines sont transférées dans des boîtes de Pétri, contenant un milieu gélosé Hoagland - Maltéa, le maltéa servant à déceler une contamination éventuelle.

Les boîtes sont alors mises en incubation dans l'étuve à 27° C pour induire un début de germination rapide, puis ensuite disposées à la lumière et à la température ambiante du laboratoire.

Dès que la majorité des plantules en est au stade cotyledonaire, nous les transférons aseptiquement dans l'appareil suivant (fig. 10) et dont une description détaillée est donnée par D J A V A D I & B R O C H A R D (1968).

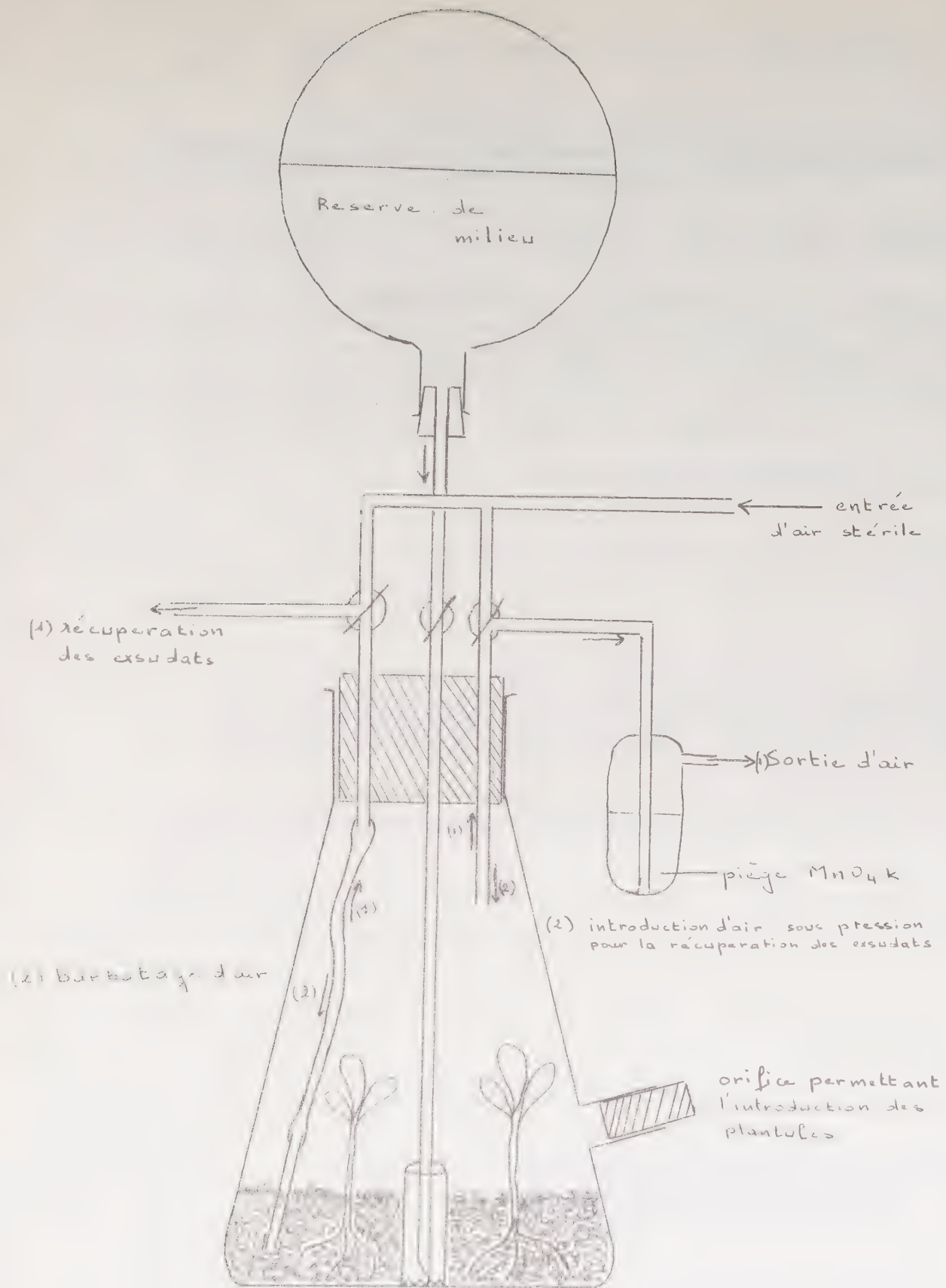


Fig 10 Appareil pour cultures hydroponiques destiné à la production d'exsudats microbiologiques stériles

Le milieu de culture est un milieu de Hoagland modifié,
P H I L L I P S.

La récolte des exsudats est effectuée au bout de 30 jours. Un contrôle de stérilité est immédiatement effectué sur maltéa gélosé et les exsudats sont conservés à la glacière réglée à -20° C.

Après la récolte des exsudats, les plantules sont récupérées, séchées et pesées.

Les exsudats sont ensuite concentrés par lyophilisation, puis stérilisés à froid par filtration (Filtre Millipores $0,45\mu$). La concentration finale est ajustée en fonction du poids sec des pieds de tomates. Nous avons comparé ceux de chaque variété à ceux de la variété Trophy, choisie arbitrairement comme référence et pour laquelle nous avons concentré les exsudats jusqu'à la moitié de leur volume initial.

III - 1. 1. 2. - OBTENTION DES EXSUDATS NON STERILES.

Des graines de tomates sont semées en pépinières sur godets en plastique contenant un mélange aéré de terre de jardin, de terreau et de tourbe ($\frac{1}{3} - \frac{1}{3} - \frac{1}{3}$).

Après 30 jours de culture, un feutrage épais de racines occupe la totalité du pot, les plantules de tomate sont alors arrachées, puis la terre est pressée à froid. On obtient un extrait qui est aussitôt stérilisé par passage sur filtre Millipores ($0,45\mu$) et immédiatement utilisé.

Nous avons également essayé des exsudats non stériles pour étudier la germination in situ suivant les modalités décrites dans le paragraphe II - 1. 4. 1.

L'étude de la germination in vitro est conduite suivant la méthode décrite en II - 1. 4. 2. et celle de la respiration du mycélium suivant les méthodes décrites en II - 1. 2..

III - 2. - RESULTATS.

III - 2. 1. - ACTION DES EXSUDATS STERILES.

III - 2. 1. 1. - ACTION DES EXSUDATS RADICULAIRES STERILES SUR LA GERMINATION DES SPORES DE C. LUTERA M. CUCURBITES.

Nous avons choisi comme stade de germination le stade 3 h. et le stade 6 h. les témoins étant constitués par de l'eau et une solution de Hoagland.

200 spores sont comptées par lame et nous avons donné dans le tableau IV la moyenne de 5 répétitions.

- T A B L E A U I V -
=====

GERMINATION DES SPORES DE C. COCCODES EN PRESENCE DES EXSUDATS
DE DIFFERENTES VARIETES DE TOMATES.

(	:	:	:	:	)
(	:	STADE 3 H.	:	STADE 6 H.	:
(	:	:	:	:	)
(	VARIETES	:	spores	:	Appressoria
(	:	:	germées.	:	:
(	:	:	:	1	2
(	:	:	:	:	:
(	TROPHY	:	7	:	81
(	:	:	:	:	22
(	:	:	:	:	18
(	:	:	:	:	:
(	ROUGE - GROSSE	:	2	:	61
(	:	:	:	:	20
(	:	:	:	:	12
(	:	:	:	:	:
(	MARGLOBE	:	15	:	72
(	:	:	:	:	19
(	:	:	:	:	14
(	:	:	:	:	:
(	MERLETTA DEL	:	:	:	:
(	MARCHES.	:	10	:	54
(	:	:	:	:	21
(	:	:	:	:	11
(	:	:	:	:	:
(	BREKODEY	:	3	:	25
(	:	:	:	:	18
(	:	:	:	:	4,5
(	:	:	:	:	:
(	SAREVO	:	6	:	19
(	:	:	:	:	23
(	:	:	:	:	4
(	:	:	:	:	:
(	Témoin : Hoagland	:	0	:	15
(	:	:	:	:	19
(	:	:	:	:	3
(	:	:	:	:	:
(	Témoin : H ₂ O	:	55	:	80
(	:	:	:	:	50
(	:	:	:	:	40
(	:	:	:	:	:

NOTE : Les chiffres expriment des pourcentages.

Les appressoria sont donnés par rapport aux spores germées (col. 1)
et par rapport au nombre total de spores observées (col. 2).

NOUS CONSTATONS :

1° - L'effet dépressif par rapport à l'eau, exercée par la solution saline et tamponnée, que constitue le milieu de Hoagland, effet qui se répercute sur la germination dans les exsudats. Des faits analogues ont déjà été signalés pour les spores d'Absidia orchidis (D A G Y S & K A I K A R Y T E 1943) et d'Hypoxylon pruinae (H U B B E S & D ' A S T O U S 1967), qui germent moins rapidement dans un milieu tamponné que dans de l'eau distillée à même pH.

2° - Tous les exsudats ont un effet stimulant de germination par rapport au témoin Hoagland.

3° - La germination au stade 3 H. apporte dans ce cas peu de renseignements, les pourcentages étant trop faibles pour en tirer des conclusions.

4° - La germination est très stimulée par la variété sensible "Trophy", puis par la variété résistante "Marglobe", viennent ensuite la variété sensible "Rouge Grosse" et la variété résistante "Merveille des marchés".

5° - La germination est très peu stimulée par les exsudats des trois variétés russes, soit que leurs exsudats sont pauvres en matières nutritives, soit parce qu'ils contiennent un système inhibiteur réduisant l'effet des aliments éventuellement exsudés.

6° - La formation des appressoria, comptés par rapport au nombre total de spores (col. 2) semble suivre les mêmes lois que la germination.

III - 2. 1. 2. - ACTION DES EXUDATS STERILES SUR LA RESPIRATION DU MYCELIUM.

III - 2. 1. 2. 1. - RESPIRATION SUR EXUDATS BRUTS, SANS ADDITION DE TAMPON NI DE GLUCOSE.

Préincubations : 0 h., 2 h., 4 h., 6 h.

Temps de lecture pour chaque nouvelle fiole : 2 h.

Intervalle entre chaque lecture : 1 h.

Temps total de l'expérience : 7 h.

Résultats : Figure n° 11.

III - 2. 1. 2. 2. - RESPIRATION AVEC ADDITION DE
GLUCOSE APRES INCUBATION, CELLE-CI
SE FAISANT DANS LE MILIEU
TAMPONNE A p H = 6.

Préincubation : 3 h 30, 5 h 30, 8 h 30.

Temps de lecture pour chaque nouvelle fiole : 2 h.

Sauf pour la dernière (incubation 8 h 30) où nous avons poussé la lecture pendant 2 h 30.

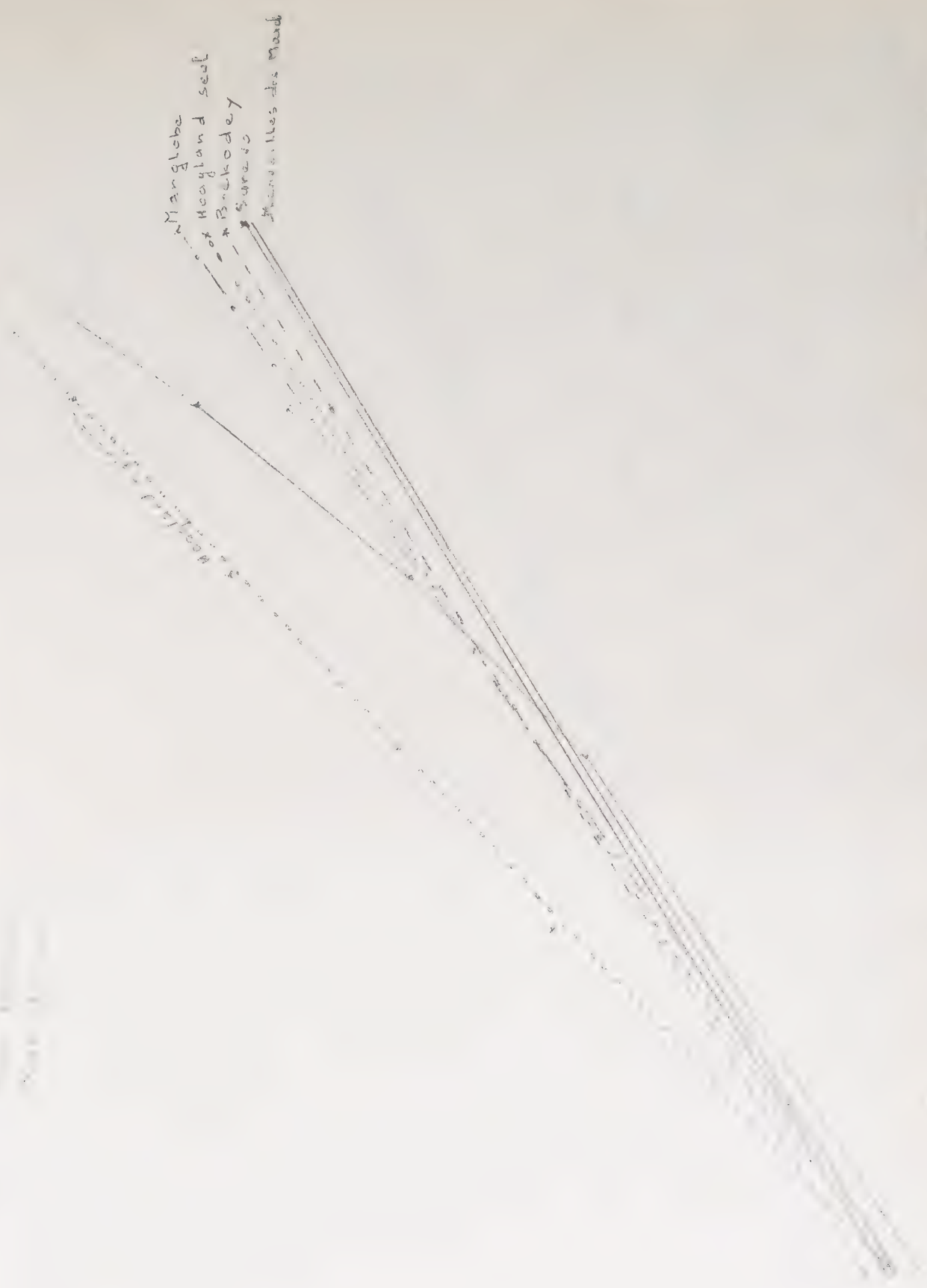
Intervalle entre chaque lecture : 20 mn.

Temps total de l'expérience : 11 h.

Résultats : Figure n° 12.

NOTE : Les résultats correspondent à la consommation totale d'oxygène pendant toute la durée de l'expérience.

anyone absorb in it



... ..
... ..
... ..

INCUBATIONS

8h30

5h30

3h30

0h30

280

260

200

160

120

20

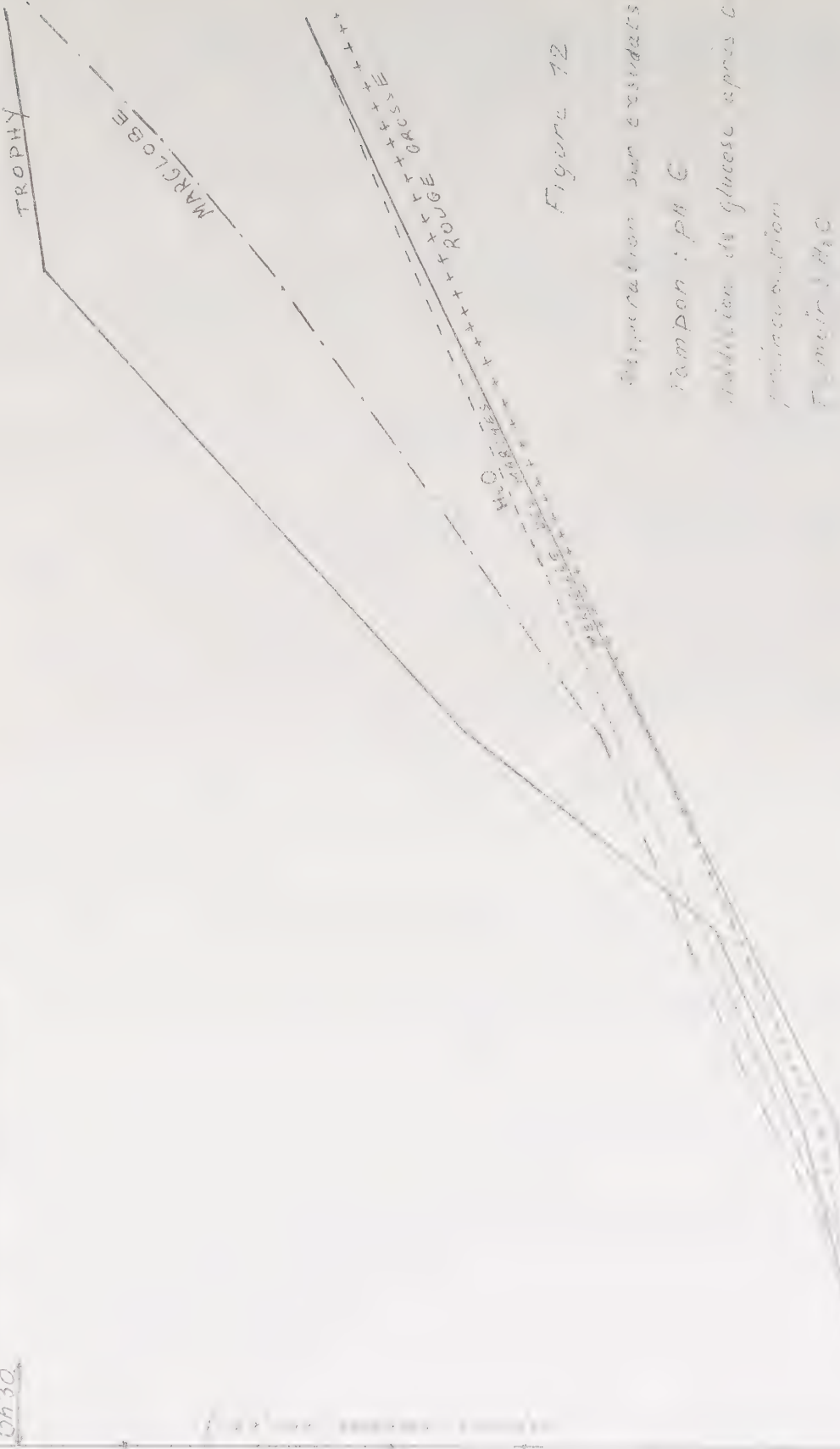


Figure 12

Stimulation sur exsudats stériles
 tampon : pH 6
 addition de glucose après 6h
 incubation
 Température : 30°C



L'examen des courbes (11) et (12) nous montre que les réponses du mycélium sont à peu près similaires, que la préincubation soit faite en milieu tamponné ou non et que la lecture de l'intensité respiratoire soit précédée ou non d'une addition de d-glucose.

D'autre part, nous constatons dans les deux cas une forte stimulation de la respiration au bout de 4 - 5 heures en présence des exsudats de la variété TROPHY, stimulation qui se stabilise vers 9 - 10 heures (fig. 12).

Nous constatons également une stimulation par les exsudats de la variété MARGLOBE au bout de 6 - 7 heures (ceci est surtout net sur la fig. 12).

Nous n'avons malheureusement pas pu prolonger l'expérience au-delà de 11 heures et il aurait été intéressant de voir, si comme pour la variété TROPHY, la respiration en présence des exsudats de MARGLOBE atteignait un palier.

Nous constatons aussi que, dans les deux cas, l'influence des exsudats des autres variétés est pratiquement nulle sur la respiration : ni effet stimulant, ni effet inhibiteur.

Si nous comparons maintenant les effets des exsudats sur la respiration du mycélium et sur la germination des spores (Tableau IV), nous constatons une certaine corrélation.

La variété TROPHY et la variété MARGLOBE stimulent fortement la respiration et la germination.

Les trois variétés russes ont un effet pratiquement négligeable sur la germination et sur la respiration.

Par contre, les deux variétés ROUGE-GROSSE et MERVEILLE DES MARCHES ont un effet stimulant sur la germination, mais pratiquement aucun effet sur la respiration.

III - 2. 2. - ACTION DES EXSUDATS NON STERILES.

III - 2. 2. 1. - ACTION SUR LA GERMINATION DES SPORES DE C. COLICIDES.

III - 2. 2. 1. 1. - EXTRAITS DE TERRE - GERMINATION IN VITRO.

L'extrait de terre est pressé à froid ; il est immédiatement employé après passage sur filtre Millipores (0,45 μ)

Temps de germination : 3 h - 6 h.

Les résultats sont donnés dans le tableau suivant.

Le témoin est constitué par un extrait de la même terre, soumis aux mêmes conditions d'éclairement, de température et d'humidité, mais sur laquelle rien n'avait été semé.

T A B L E A U V

GERMINATION DES SPORES DE C. COCCODES EN PRESENCE DES
EXSUDATS NON STERILES DE DIFFERENTES
VARIETES DE TOMATES.

VARIETES	STADE 3 H.		STADE 6 H.	
	% spores germées	% spores germées	% appressoria	
				2
			1	
TROPHY	24	90	366	32
ROUGE GROSSE	51	81	48	39
MARGLOEE	59	75	9	7
MERVEILLE DES MARCHES	10	4	13	6
BEYONNE	15	11	79	40
TEMPOREAU	14	57	55	32
SAPEAU	12	1	49	28,5
Témoir. : témoin seule	1	13	6	3

NOTE : La formation des appressoria est donnée par rapport aux spores germées (Col. 1) et par rapport au nombre total de spores observées (Col. 2).

III - 2. 2. 1. 2. - SPORES DE C. COCCODES DIRECTEMENT EN CONTACT AVEC LES RACINES, GERMINATION IN SITU.

III - 2. 2. 1. 2. 1. - MATERIEL ET METHODES.

Nous avons employé pour cette expérience la technique décrite au paragraphe II - 1. 4. 1.

Pour chaque variété, nous avons compté 3 lames ; les comptages sont effectués au bout de 24 h. de contact, trois témoins sont utilisés :

1er TEMOIN : Nous avons compté les spores en dehors du tracé des racines, donc directement en contact avec la terre.

2e TEMOIN : Le deuxième témoin est constitué par des lames en contact avec la terre contenue dans une boîte vitrée sur laquelle rien n'a été repiqué.

3e TEMOIN : Nous avons voulu comparer l'action des exsudats de tomates avec l'action des exsudats de différentes plantes, hôtes et non hôtes normaux du parasite et dont la liste suit :

PLANTES TESTEES :

Pisum sativum arvense
Digitalia sanguinalis
Hordeum jubatum
Chenopodium polyspermum
Atriplex hastatus
Solanum lycopersicum
Nicotiana rustica
Cannabis sativa.

Dianthus barbatus
Calendula arvensis
Lactuca virosa
Lepidium draba
Mercurialis annua

III - 2. 2. 1. 2. 2. - RESULTATS.

III - 2. 2. 1. 2. 2. 1. - TEMOINS.

1er TEMOIN : Spores en dehors du tracé des racines. Sur toutes les lames, nous n'avons trouvé qu'un taux de germination de 10 %. Il convient cependant de noter, qu'en certains points, au contact ou au très proche voisinage de particules noirâtres non identifiées (sans doute débris organiques), nous avons pu constater des taux de germination très élevés de l'ordre de 80 à 90 %. Mais ces points étant assez dispersés et assez rares sur la lame, nous ne les avons pas incorporés dans nos comptages.

2e TEMOIN : Spores au contact avec de la terre ou rien n'a été semé. Le taux de germination est beaucoup plus faible, de l'ordre de 2%. Nous avons cependant remarqué comme sur le 1er témoin des taux de germination importants en certains points.

3^e TEMOIN : Spores en contact avec les racines de plantes autres que Solanum lycopersicum.

Nous avons constaté surtout le tracé des racines, spécialement des racines jeunes non encore pourvues d'écorces importantes, un taux élevé de germination et ce, quelle que soit la plante étudiée.

En effet, ce taux de germination a toujours été supérieur ou égal à 60 %, sauf pour Mercurialis annua, où il n'a pas dépassé 40 %. Des appressoria ont également été observés, mais en très faible quantité.

Il est difficile de donner des chiffres plus précis ; en effet, la levée d'inhibition n'est pas homogène le long des racines suivant que la racine est jeune ou plus âgée, ou qu'un contact plus ou moins étroit est établi entre les racines et la pellicule gélosée déposée sur la lame.

D'autre part, les différentes plantes utilisées avaient des systèmes racinaires très différents entre elles et il est difficile d'établir des comparaisons.

III - 2. 2. 1. 2. 2. 2. - SPORES EN CONTACT AVEC LES RACINES DE TOMATES.

Pour le 3^e témoin, nous n'avons pu donner de résultats précis sur les pourcentages de germination, surtout à cause de l'hétérogénéité des systèmes racinaires. En ce qui concerne les variétés de tomates, elles avaient toutes des systèmes racinaires de même ordre et pratiquement de même importance.

Il était donc plus facile d'établir une comparaison entre les variétés.

Nous avons donné dans le tableau VI le pourcentage des spores germées, ainsi que le pourcentage des appressoria formés au contact de la

- T A B L E A U V I -

=====

GERMINATION DES SPORES DE C. COCCODES AU CONTACT DES RACINES.

TEMPS DE CONTACT : 24 H.

(	:	:	)
(V A R I E T E S	: Spores	: Appressoria %	)
(	: germées %.	:	)
(	:	:	)
(-----)	:	:	)
(T R O P H Y	: 74	: 17	)
(	:	:	)
(-----)	:	:	)
(R O U G E G R O S S E	: 67	: 5	)
(	:	:	)
(-----)	:	:	)
(M A R G L O B E	: 73	: 15	)
(	:	:	)
(-----)	:	:	)
(M E R V E I L L E D E S M A R C H E S	: 60	: 17	)
(	:	:	)
(-----)	:	:	)
(B R E K O D E Y	: 57	: 6	)
(	:	:	)
(-----)	:	:	)
(T E M N O K R A S N I E	: 40	: 6	)
(	:	:	)
(-----)	:	:	)
(S A R E V O	: 60	: 12	)
(	:	:	)
(-----)	:	:	)
(T E M O I N 1 : e n t r e l e s r a c i n e s	: 12	: 1	)
(	:	:	)
(-----)	:	:	)
(T E M O I N 2 : t e r r e n u e	: 2	: 0	)
(	:	:	)
(-----)	:	:	)

NOTE : Le pourcentage de formation des appressoria est donné par rapport spores germées.

La lecture des tableaux V et VI confirme en partie les résultats obtenus précédemment (tableau IV) :

- Stimulation surtout par les variétés TROPHY et MARGLOBE ;
- Peu d'action des variétés russes (dans le tableau V) ;
- Par contre, dans le tableau VI, nous constatons que si ces mêmes variétés russes induisent une germination toujours inférieure aux autres variétés, elles stimulent cependant fortement la germination par rapport à la terre.

III - 2. 2. 1. 2. 3. - DISCUSSION.

1° LEVEE D'INHIBITION.

Il est intéressant de constater que quelle que soit la plante utilisée, ses exsudats sont capables de lever l'inhibition due au sol.

Nous avons également vu que la germination pouvait se produire au contact de certaines particules organiques.

Il semblerait donc qu'il n'y ait aucune substance spécifique exsudée par les racines de plantes sensibles à C. Coccodes pour permettre la germination.

Nous avons également vu que la formation des appressoria était observée à des taux très faibles. Il est cependant possible que les exsudats radiculaires de certaines plantes ou certaines variétés de tomates permettent, non seulement la germination, mais encore donnent à la spore un pouvoir infectieux entraînant la formation d'appressoria sur la racine elle-même, mais qui aurait été séparés de la spore par cassure du tube germinatif quand nous avons enlevé la lame.

En effet, K O M M E D A H L (1966) note que si les exsudats de deux variétés de pois sensibles et résistants à Fusarium oxysporum F. pisi provoquent dans les tests de germination une réponse égale, seuls les hyphes formés dans les exsudats de la variété sensible sont capables de pénétrer les cellules épidermiques.

2° INHIBITION DUE AU SOL.

Dans une autre expérience (voir paragraphe III - 2. 2. 1. 1.) où nous avons fait germer des spores de C. Coccodes dans des extraits de terre pressés à froid, nous y avons constaté une germination importante (53 % en 6 h).

Il semble donc que l'extrait de terre que nous avons employé ne contienne pas, ou peu de principe fongistatique.

D'autre part, nous avons montré (cf. "Lavage des spores", paragraphe 2.) que les spores de Colletotrichum coccodes, lavées à l'eau distillée, étaient devenues incapables de germer sans l'aide d'éléments extérieurs.

Or, K O & L O C K W O O D (1967) ont montré qu'il existait dans le sol un coefficient de diffusion important et L I N G A P P A & I O C K W O O D (1964) ont trouvé que, après avoir placé des spores dans le

sol, l'activité microbienne augmentait très rapidement aux dépens de substances provenant des spores.

Il semble donc que les spores placées dans le sol subiraient un lessivage important compensé au voisinage des racines par les exsudats continuellement fournis, et que le manque à germer en dehors des racines soit dû, non pas à un principe fongistatique, mais, comme le pensent K O & L O C K W O O D précités, au fait du lessivage subi par la spore.

III - 2. 2. 2. - ACTION SUR LA RESPIRATION DU MYCELIUM DE C. COCCODES.

III - 2. 2. 2. 1. - METHODES.

Nous avons employé pour cela les extraits de terre non tamponnés, sans addition de glucose après préincubation.

Temps de préincubation : 1 h., 3 h., 5 h., 7 h. et 9 h.

Intervalle entre chaque lecture : 30 mn.

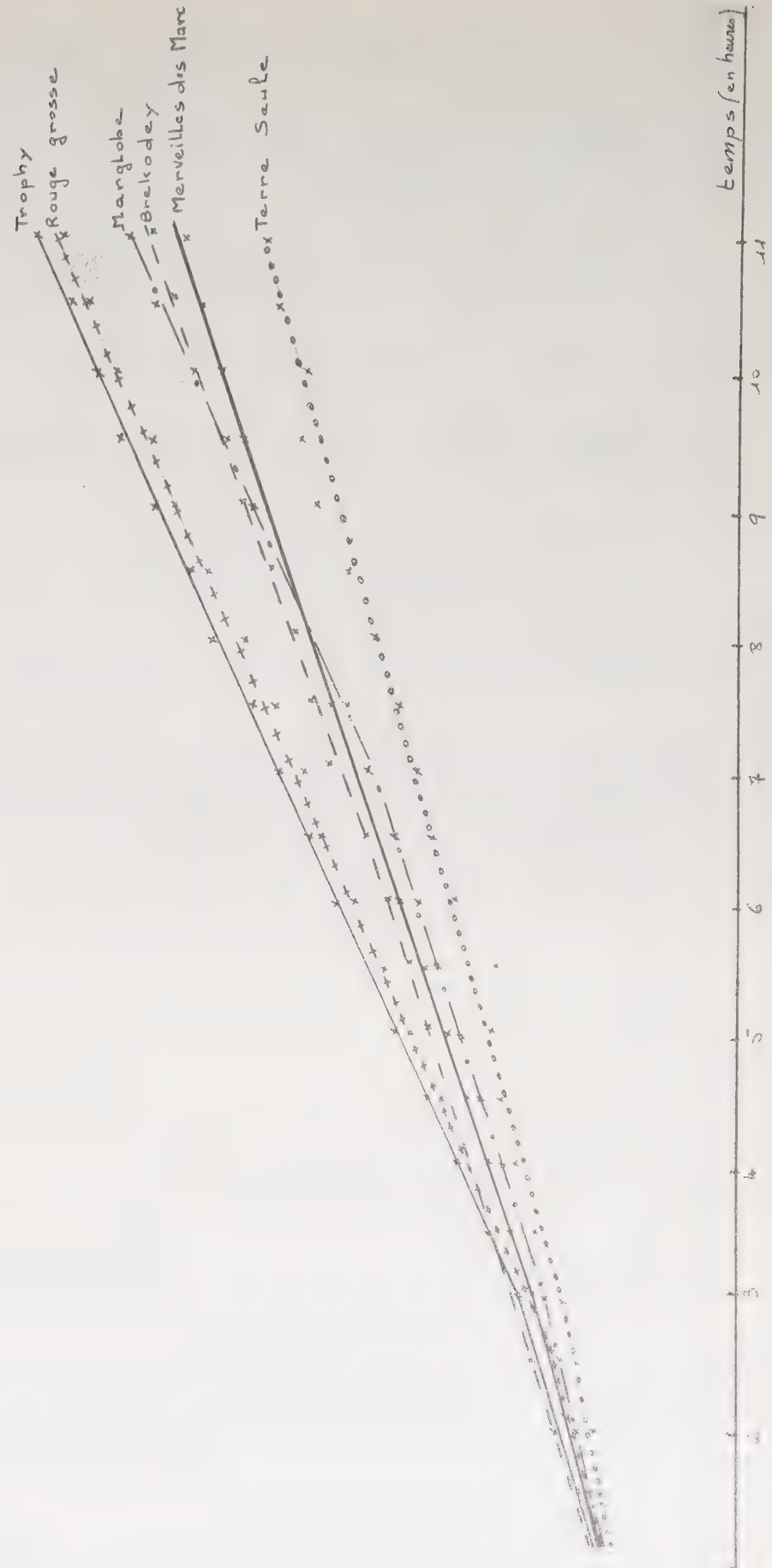
Temps total de l'expérience : 11 h.

III - 2. 2. 2. 2. - RESULTATS.

Les résultats sont reportés dans la figure 13.

Fig 13 : Respiration sur exsudats non stériles (extraits de terre)
non tamponnés, sans addition de glucose

Oxygène absorbé en μL



Si nous comparons la courbe de la figure 13, au tableau V, nous constatons une certaine corrélation.

- Stimulation par la variété TROPHY, suivie par la variété ROUGE-GROSSE ;
- Une légère stimulation par la variété MARGLOBE, surtout après 7 h de respiration ;
- Toutes les variétés utilisées provoquent une stimulation par rapport à l'extrait de terre.

Les résultats obtenus sont cependant moins nets qu'avec les exsudats stériles (fig. 11 et 12).

Toutes les courbes sont proches l'une de l'autre et la stimulation, par la variété MARGLOBE, très nette sur la figure 12, est ici beaucoup moins sensible.

Nous pensons que ces résultats assez voisins pour toutes les variétés sont dus, d'une part, à la présence de l'extrait de terre qui semble jouer un rôle inhibiteur, du moins sur la respiration ;

d'autre part, au fait que les exsudats sont immédiatement métabolisés par la microflore du sol et que nous n'obtenons que les produits de cette transformation.

Cette métabolisation entraînerait la perte d'aliments nécessaires à la respiration, tels que des sucres, mais laisserait cependant quelques facteurs de stimulation capables d'agir sur la germination des spores.

III - 2. 2. 2. 3. - DISCUSSION.

Il ne semble pas y avoir de bonne corrélation entre action des exsudats radiculaires des différentes variétés de tomates sur C. coccodes et résistance à ce même parasite.

Certes, sur les extraits de terre les deux variétés sensibles "TROPHY" et "ROUGE-GROSSE" provoquent une stimulation de la germination et de la respiration par rapport aux deux variétés résistantes "MERVEILLE DES MARCHES" et "MARGLOBE", la variété tolérante "SAREVO" provoquant une réponse à peu près moyenne pour la germination (tableau V).

Ces résultats, si nous ne tenions compte que de cette expérience et de ces 5 variétés, seraient à peu près en accord avec ceux obtenus par N O U R E L D E I N (1964) (cf. paragraphe I - 2. 1.).

Mais les expériences effectuées sur les exsudats stériles montrent qu'une variété résistante "MARGLOBE" peut également stimuler le parasite, et que les 3 variétés russes, dont une a été montrée comme tolérante par F O R L O T (1965), ne semblent avoir qu'une influence très réduite sur C. coccodes.

Cette absence de corrélation entre composition des exsudats radiculaires et résistance au parasite a déjà été relevée par S U B B A - R A O & B A Y L E Y (1961) qui, ayant analysé des exsudats de variétés de tomates sensibles et résistantes à Verticillium, trouvent autant d'acides aminés dans une des variétés résistantes que dans les variétés sensibles.

Il semble donc que si certaines variétés de tomates, de par la composition de leurs exsudats radiculaires, sont prédisposées aux maladies, comme c'est le cas également pour certaines variétés de cotonier (D J A V A D I 1968), pour le lin et le tabac (T I M O N I N 1941), ou encore pour le riz (A N D A L 1956), ceci, du moins en ce qui concerne la tomate, ne peut être généralisé.

- C H A P I T R E I V -

=====

- INFLUENCE D'EXTRAITS D'ORGANES SUR LE PARASITE. -

Les travaux d'I R V I N G & Coll. (1955 - 1946) de F O N T A I N E & Coll. (1958) de G U T T L I E B (1953) de K U C & G R A T (1960) ont montré que des variétés résistantes de tomates pouvaient contenir, même avant toute infection préalable, des substances inhibitrices pour certains parasites.

F O R L O T (1965-1967) a montré, en utilisant des plantes saines, que les extraits de variétés sensibles à C. coccodes stimulaient plus la formation des appressoria que les extraits de résistantes.

D'autre part, des réactions chimiques de défense active ont également été mises en évidence chez la tomate pour de nombreux parasites (D E L E O 1964 - G O T H O S K A R & Coll. 1955 - F A R K A S & K I R A L Y 1962 - B L A C K H U R S T 1963 - S I N H A & W O O D 1966).

Nous avons voulu voir si, dans le cas des tomates attaquées par Colletotrichum coccodes, de telles réactions pouvaient également être mises en évidence.

Nous nous sommes surtout intéressés pour cette expérience aux substances alcool-solubles renfermant entre autres ~~par~~ le groupe de polyphénols et une partie des tannins dont le rôle, dans la résistance des végétaux, a été démontré par de nombreux auteurs (Revue de F A R K A S & K I R A L Y 1962).

Nous avons donc essayé l'influence sur la croissance de C. coccodes d'extraits à l'éthanol de tiges provenant de tomates malades et saines.

Utilisant des variétés sensibles et résistantes, nous pouvions également comparer sur les différentes variétés l'influence de l'infection par C. coccodes.

IV - 1. - MATERIEL ET METHODES.

Nous avons utilisé pour cette expérience six variétés de tomates "ROUGE GROSSE", "MARGLOBE", "MERVEILLE DES MARCHES", "SAREVO", "TEMNOKRASNIE", "BPEKOLE".

Les jeunes pieds de tomates, germés en pépinières, sont repiqués sur du terreau sain dans des pots en plastique "Plantube" et placés sous une batterie de tubes fluorescents de type "Gros Lux".

Au bout d'un mois de culture, les plantes ont alors 30 cm de hauteur et une partie est infectée artificiellement.

Nous avons, pour chaque variété, infecté 5 pieds et laissé 5 pieds sains comme témoins.

IV - 1. 1. - METHODE D'INFECTION.

L'inoculum est constitué par une suspension de spores obtenue en lavant une culture de 15 jours avec de l'eau stérile.

Cette suspension est ensuite injectée en piqûre profonde au niveau du collet des pieds de tomates à l'aide d'une seringue hypodermique préalablement stérilisée.

Afin de maintenir l'humidité nécessaire au début de l'infection (S C H M I E D E K N E C H T 1956) des morceaux de coton stériles imbibés d'eau sont placés au niveau de la piqûre et entourés d'une bande de film plastique.

Le tout est laissé en contact pendant les 8 premiers jours.

Des taches de nécrose ne tardent pas ensuite à apparaître au niveau d'infection et à progresser le long de la tige.

IV - 1. 2. - OBTENTION DES EXTRAITS.

Après 3 semaines d'infection, les pieds de tomates sont sacrifiés et sur chaque pied 2 tronçons de tiges, d'environ 10 cm de long, sont prélevés.

Le premier, au collet, c'est-à-dire au niveau du point d'infection pour les tomates malades.

Le deuxième, dans le haut de la tige, à 50 cm du collet.

Nous avons ainsi, pour chaque variété, 4 séries de fragments de tiges :

Pour les pieds malades : fragments provenant du collet que nous
 désignerons par l'abréviation..... MC
 Morceau du haut de la tige..... MH
 Pour les pieds sains témoins..... TC et TH

Chaque série de fragments est ajustée au même poids frais, en l'occurrence 16 grammes, broyée séparément dans l'éthanol à 95° à l'aide d'un broyeur à couteaux, versée dans une cartouche Durieux en carton, et enfin extraite à l'alcool pendant 5 heures à l'aide de l'appareil de Soxhlet.

L'extrait brut ainsi obtenu contient des pigments et des lipides dont il convient de se débarrasser.

Après l'avoir évaporé sous vide au 1/3 de son volume initial, nous l'avons traité à l'éther de pétrole dans une ampoule à décantation, la fraction lourde étant seule conservée.

Cette fraction est ensuite évaporée à sec, puis reprise par 8 cm³ d'eau distillée.

Nous obtenons ainsi un extrait aqueux légèrement coloré et dont la concentration en éléments actifs est double de la concentration de ces mêmes

éléments dans les tiges fraîches.

Ces extraits sont ensuite stérilisés à froid par filtration (filtre Millipore 0,45).

IV - 1. 3. - COMPARAISON DES EXTRAITS.

La comparaison des extraits est fondée sur le contrôle de leur action sur la croissance linéaire de C. coccodes suivant les techniques décrites au paragraphe II - 1. 3..

Les tubes sont alors placés verticalement, l'ouverture étant située en bas, ceci pour éviter une inoculation secondaire provoquée par la chute des spores éventuellement formées sur le milieu.

La croissance a lieu à 27° et la longueur des colonies est mesurée tous les 3 ou 4 jours.

4 répétitions sont effectuées et pour chaque extrait nous avons noté la moyenne de ces 4 répétitions.

IV - 2. - RESULTATS.

Nous avons rassemblé nos résultats dans les courbes des fig. :
14 - 15 - 16. - 17 - 18 - 19.

Nous les avons présentées de manière à pouvoir comparer

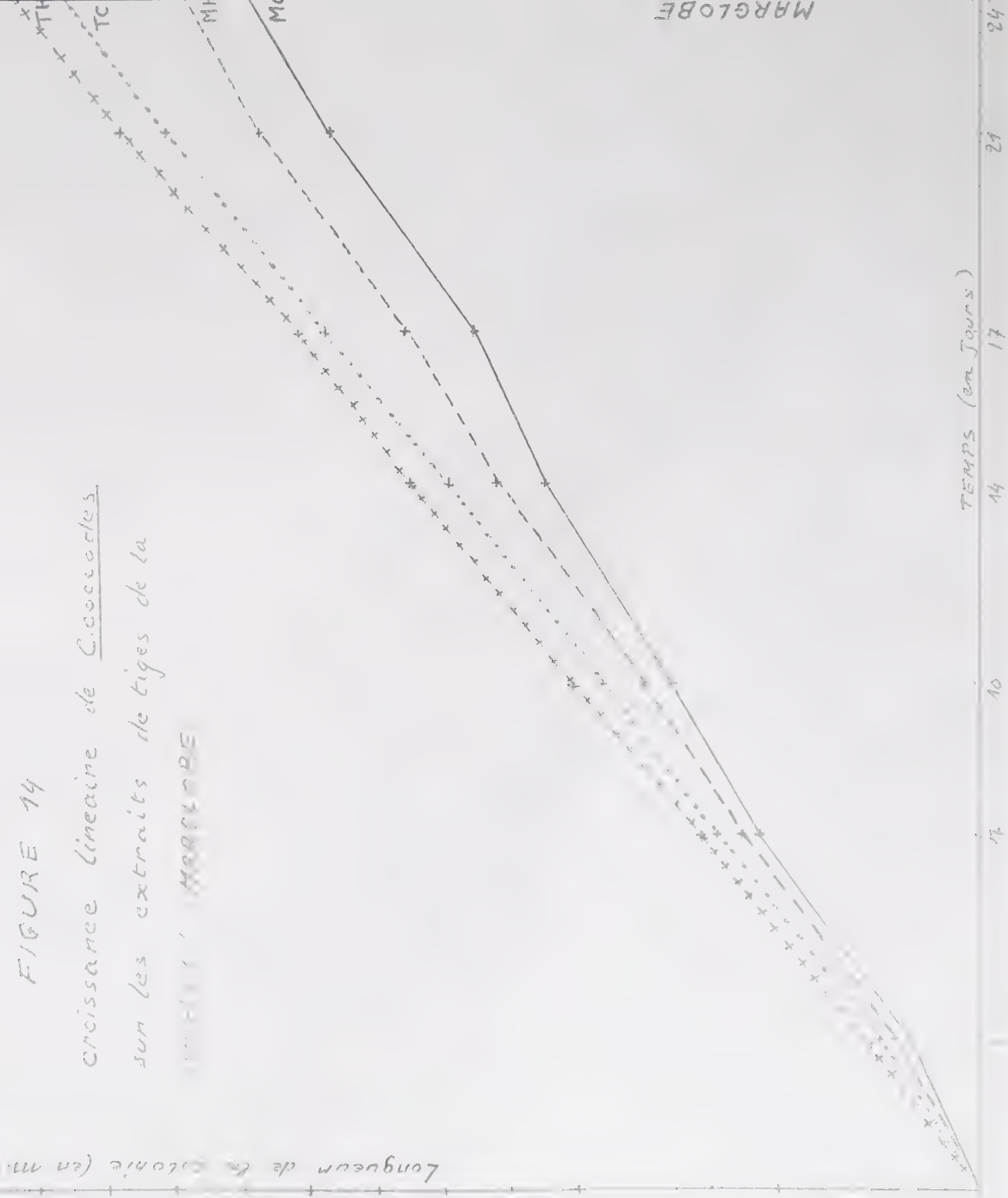
- d'une part, les différents extraits d'une même variété ;
- d'autre part, les variétés entre elles.

Longueur de la tige (en mm)

FIGURE 14

croissance linéaire de Coccocles
sur les extraits de tiges de la

MARGLOBE

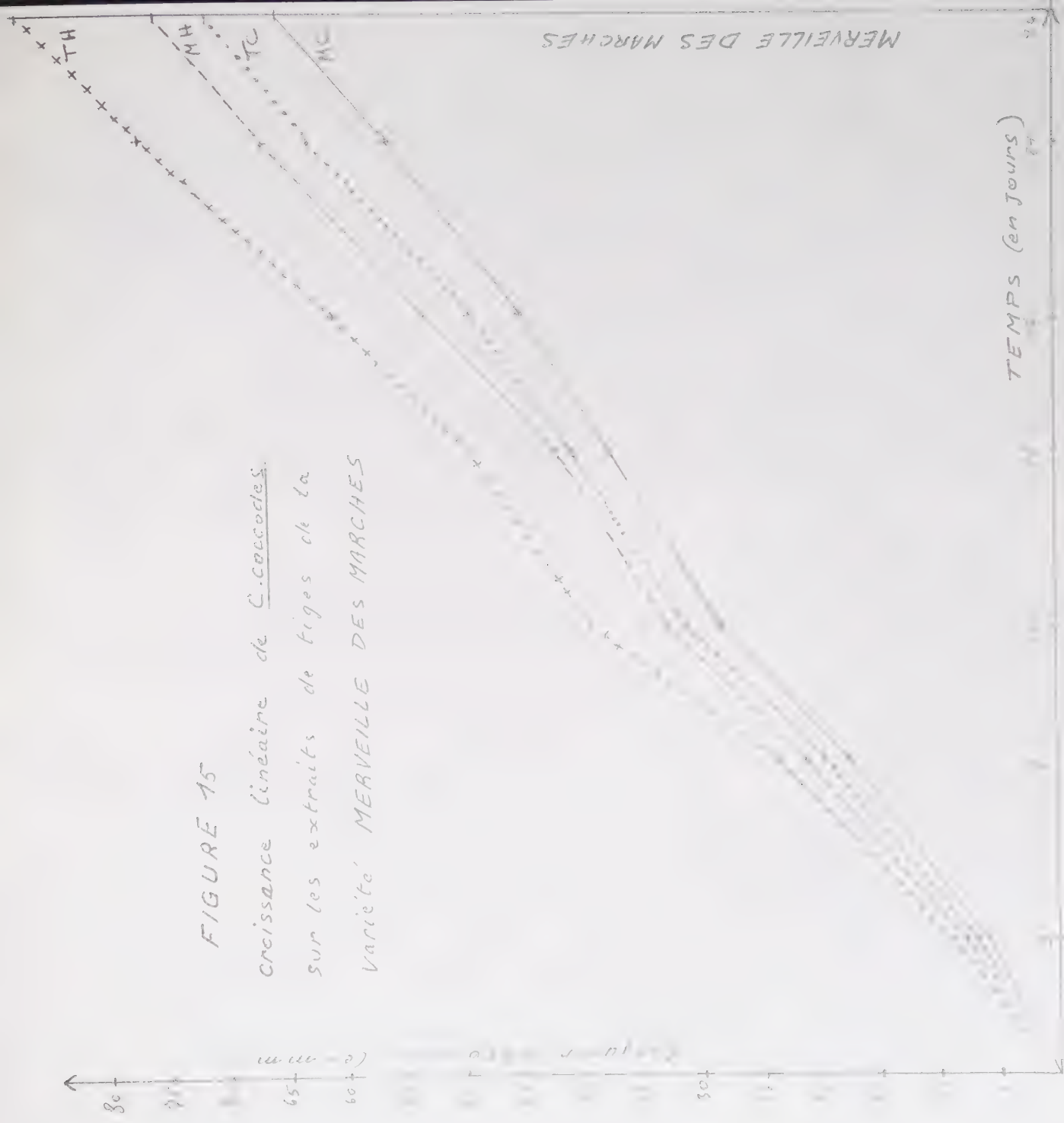


MARGLOBE

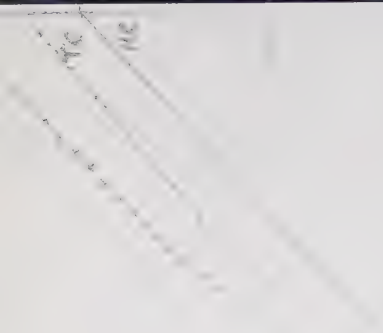
TEMPS (en Jours)

FIGURE 15

croissance linéaire de C. coccodes.
sur les extraits de tiges de la
variété 'MERVEILLE DES MARCHES'

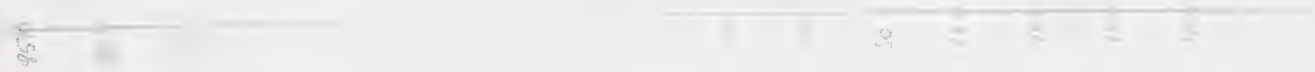


ROUTE - CHOTNA



1000

Longueville



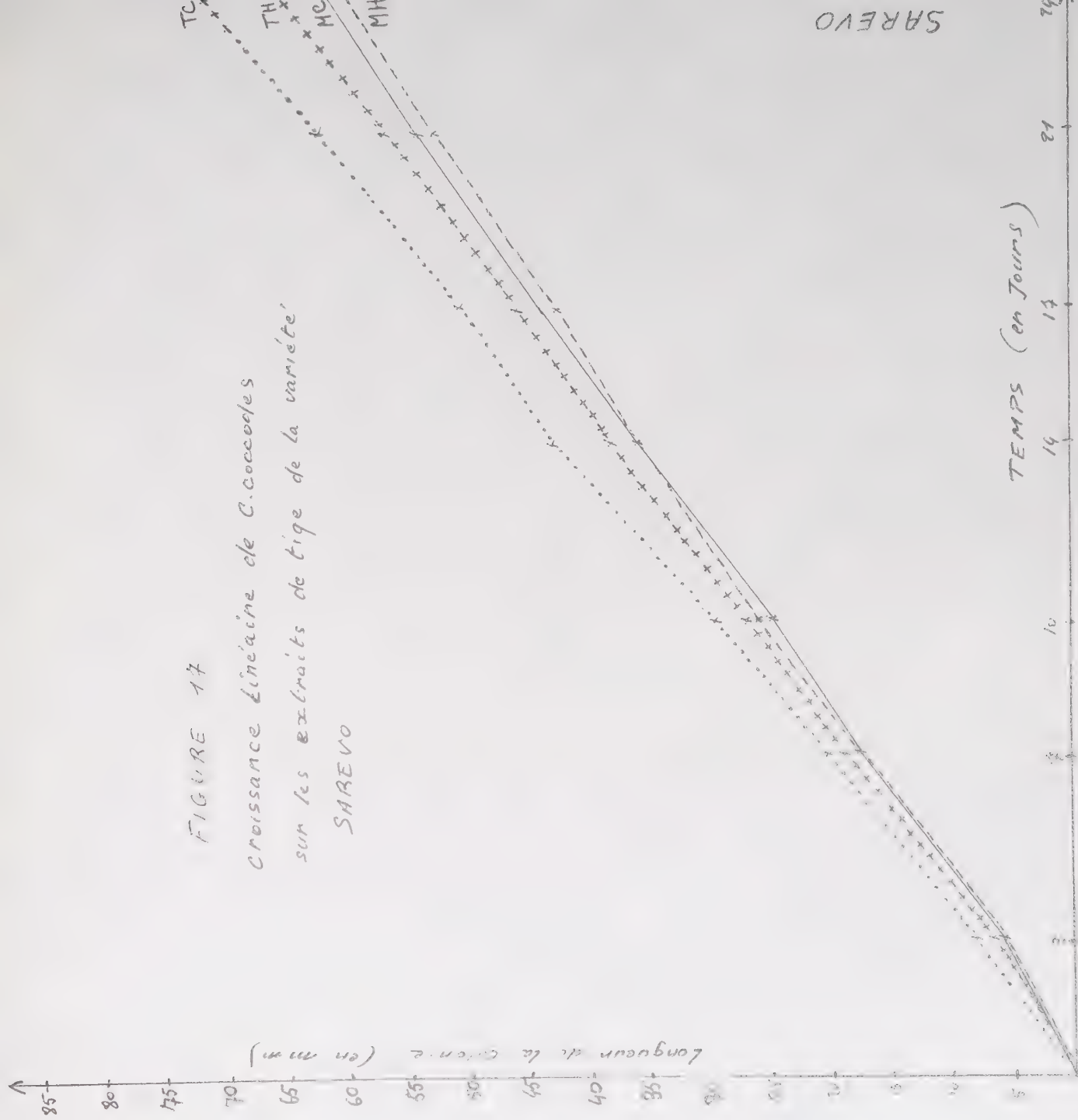


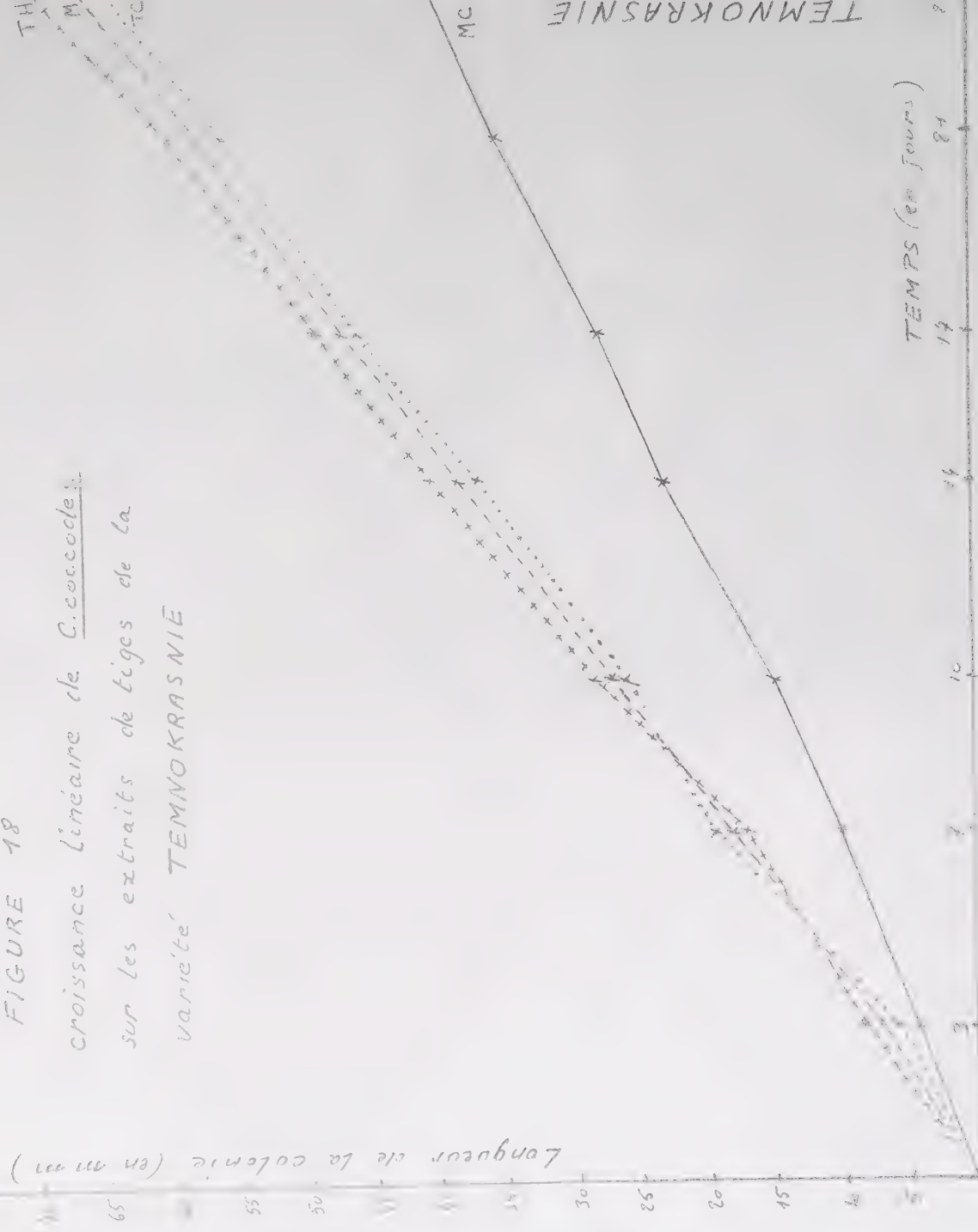
FIGURE 17

croissance linéaire de *C. coccoles*
sur les extraits de tige de la variété
SAREVO

FIGURE 18

croissance linéaire de C. coecodei
sur les extraits de tiges de la
variété TEMNOKRASNIÉ

Longueur de la colonie (en mm)



Longueur de la colonie (en mm)

80

75

70

65

60

55

50

45

40

35

30

25

20

15

10

5

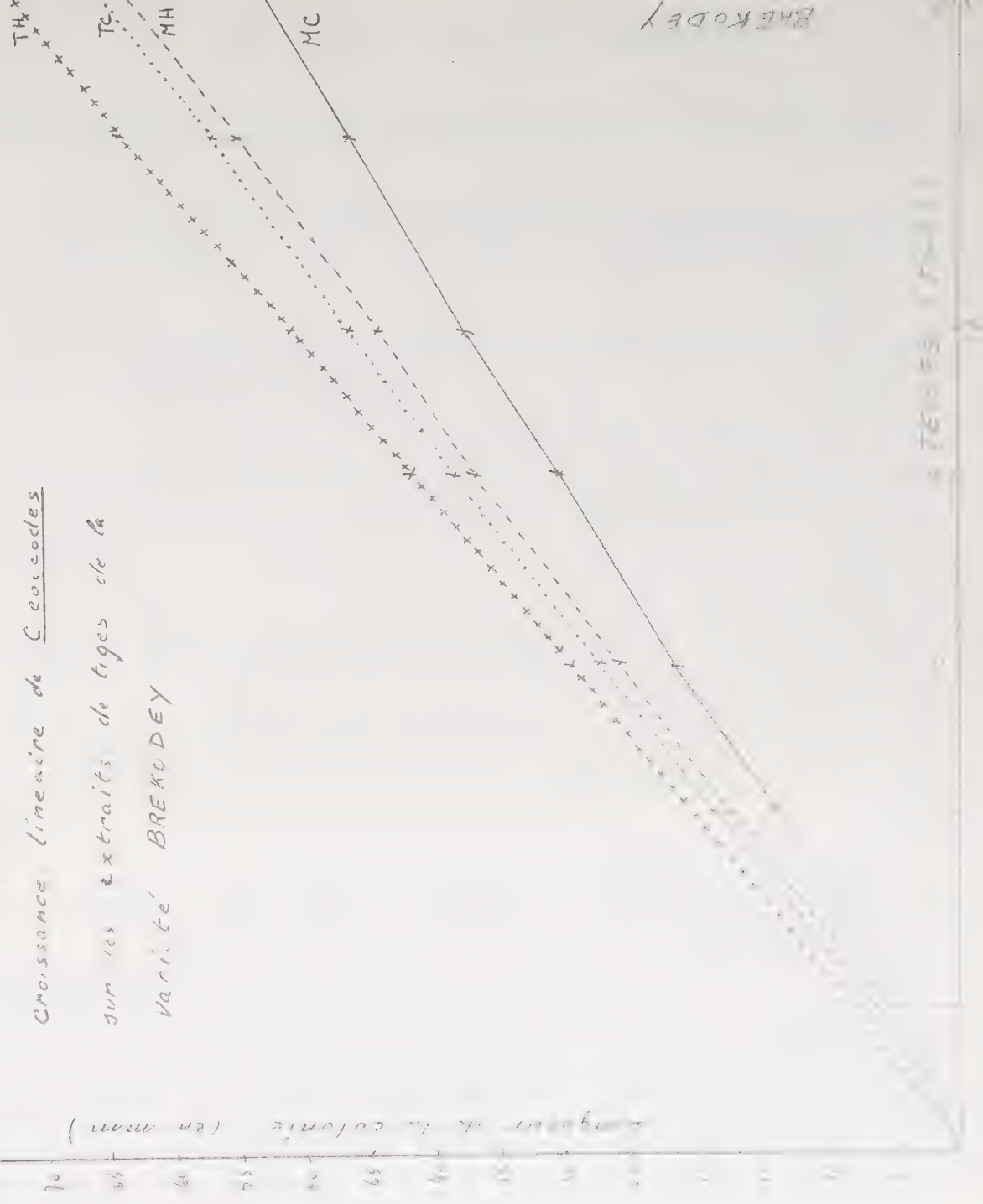
0

FIGURE 19

Croissance linéaire de C. eozodes

sur les extraits de tiges de la

variété BREKODEY



IV - 3. - INTERPRETATION.

IV - 3. 1. - COMPARAISONS A L'INTERIEUR DE CHAQUE VARIETE.

Nous pouvons constater que pour toutes les variétés, il existe une différence nette entre les extraits.

D'une manière générale, il apparaît que les extraits de plantes infectées retardent la croissance du parasite. Il semble donc que, même pour les variétés sensibles comme "ROUGE-GROSSE", il existe une réaction de défense non négligeable.

D'une manière générale également, il semble que les extraits provenant du collet de la plante, même chez les plantes saines, sont moins favorables à la croissance du parasite.

Ceci pourrait provenir du fait que le collet, plus lignifié que le haut de la tige, renferme moins de substances nutritives facilement mises en solution dans notre méthode d'extraction, auquel fait vient s'ajouter pour les plantes infectées, l'accumulation de produits de défense au point d'infection.

IV - 3. 2. - COMPARAISONS ENTRE VARIETES.

Nous pouvons constater :

a) que les extraits de la variété sensible "ROUGE-GROSSE", malgré une réaction de défense visible, permettent toujours une bonne croissance du parasite.

b) que les extraits de la variété résistante "MARGLOBE" ne permettent pas, même à l'état sain, une croissance importante de C. coccodes.

c) que la variété tolérante "SAREVO" semble être intermédiaire entre "MARGLOBE" et "ROUGE-GROSSE".

d) que les deux variétés russes "BREKODEY" et "TEMNOKRASNIE" présentent une réaction de défense très importante surtout au niveau du point d'infection. Par ailleurs, les extraits témoins permettent une croissance assez bonne du parasite. Il serait intéressant de voir si ces deux variétés, jusqu'ici classées indéterminées par F O R L O T (1965), pourraient, après expérience au champ, être considérées comme résistantes.

e) La variété résistante "MERVEILLE DES MARCHES" semble se comporter assez différemment. Bien que présentant une réaction de défense importante, ses extraits restent toujours assez favorables à la croissance du parasite.

Elle semblerait ici intermédiaire entre la variété sensible "ROUGE GROSSE" et la variété tolérante "SAREVO".

Comme pour les essais avec les exsudats radiculaires, nous constatons en définitive qu'il n'existe pas ici de bonne corrélation entre l'action de ces extraits sur C. coccodes et la résistance à ce même parasite des différentes variétés utilisées.

---:--- R E S U M E E T D I S C U S S I O N ---:---

=====

Dans une étude antérieure, F O R L O T (1965) avait réussi à dégager certaines corrélations entre la résistance variétale de jeunes plants de tomates vis à vis de C. coccodes et l'action de leurs extraits sur la germination des spores du parasite.

Mais les corrélations obtenues n'étaient pas toujours vérifiées et certaines variétés semblaient se comporter de manière très différente.

Il était intéressant de poursuivre ces travaux et, au cours de cet exposé, nous avons tenté d'élucider et de préciser certains aspects des interactions entre Solanum lycopersicum et C. coccodes.

Dans une première partie, nous avons analysé, à la lumière de la littérature, les différents phénomènes observés lors de l'infection de la tomate par divers parasites.

Il ressort de cette étude qu'il existe une très grande variabilité dans les modes de résistance qui peut être active aussi bien que passive.

Dans une deuxième partie, après l'exposé des méthodes que nous avons employées, il nous a paru nécessaire, avant l'étude proprement dite des phénomènes de résistance chez les différentes variétés de tomates, de rechercher les facteurs les plus importants gouvernant les modalités de germination des spores de C. coccodes.

Il ressort surtout de ces investigations :

1 - qu'il est extrêmement important de conserver toujours les mêmes constantes physiques et chimiques, aussi bien pour la production des spores à étudier que pour leur utilisation dans les tests de germination.

2 - que les spores de C. coccodes sont très sensibles au lessivage et qu'elles contiennent probablement des substances inhibitrices ainsi qu'un ensemble de substances stimulantes, dont l'action maximum était obtenue pour un certain équilibre entre ces substances ; équilibre qui serait rompu par une dilution poussée ou un léger lavage.

3 - que le pourcentage de germination dépend beaucoup de la concentration en spores et de la tension d'oxygène et nous avons, à ce sujet, émis une hypothèse selon laquelle le taux de germination dépendait, suivant une loi simple, à la fois de la tension d'oxygène et des concentrations respectives en éléments stimulants et inhibiteurs.

Dans l'étude proprement dite, les phénomènes d'interactions entre C. coccodes et la tomate, nous avons étudié :

1° l'action des excrétions radiculaires des différentes variétés de tomates sensibles et résistantes à C. coccodes sur l'activité respiratoire et la germination.

Cette étude nous a montré que si les exsudats radiculaires de certaines variétés sensibles semblent, par leurs actions stimulantes sur le para-

site, les prédisposer à l'infection, ce phénomène n'est nullement général ; et que si le facteur "exsudats radiculaires" joue un rôle certain pour quelques variétés, en stimulant ou en inhibant partiellement le parasite, il ne peut être mis seul en cause pour expliquer toutes les différences de sensibilité ou de résistance.

Au cours de ce chapitre, l'étude de la germination des spores de C. coccodes, au contact des racines de différents hôtes, nous amène à conclure que l'inhibition exercée par la terre sur la germination peut être plus ou moins facilement levée par les exsudats radiculaires de n'importe quelle plante ou par des particules organiques. Il apparaît également que l'action dépressive du sol sur la germination est due plutôt au lessivage subi par la spore qu'à un principe fongistatique.

2° l'influence d'extraits alcooliques de tiges provenant de pieds de tomates saines et infectées sur la croissance de C. coccodes.

Nous avons constaté que, d'une manière générale, l'infection prolongée par C. coccodes provoque l'accumulation dans toute la plante, et plus particulièrement au point d'infection, de composés éthanol-solubles qui se sont révélés toxiques pour le champignon, mais que les niveaux de toxicité ne sont pas toujours en relation avec le degré de résistance des variétés considérées.

Au regard de ces observations, la résistance des tomates à C. coccodes apparaît être de nature très différente suivant les variétés, et de nombreux mécanismes doivent certainement entrer en jeu.

Ainsi, chez la variété "MARGLOBE", résistante, l'action stimulante, sur le parasite des exsudats radiculaires, doit être compensée par une résistance passive non négligeable et par un haut degré de résistance active.

Au contraire, chez la variété "ROUGE GROSSE", sensible, le haut niveau de croissance du parasite sur les extraits de tiges semble compenser la faible stimulation exercée par les exsudats radiculaires.

Chez la variété "MERVEILLE DES MARCHES", résistante, une résistance active importante s'allie à une légère action inhibitrice des exsudats, pour compenser un faible niveau de toxicité des extraits de tige sur le parasite.

Enfin, chez les variétés russes, dont les exsudats radiculaires n'ont montré que peu ou pas d'action sur le parasite, un haut degré de résistance active laisse supposer une assez forte résistance à C. coccodes.

Du point de vue pratique, des essais analogues à ceux que nous avons réalisés, pourraient mettre en évidence, de façon assez simple et rapide, les principaux mécanismes de résistance des diverses variétés d'une même espèce. On obtiendrait ainsi des indices permettant d'orienter les travaux d'hybridation en vue de réunir le plus grand nombre possible de facteurs favorables.

- REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES -

=====

AGERALRG L. S., SCHMIDT M. & SENG BUSCH R. V. - 1933 -

Der Einfluss Künstlicher Kustur auf das Verhalten der konidien
von Cladosporium fulvum.

Planta 21 pp 511 - 513.

AINSWORTH G. C., OYLER E. & READ W. H. - 1938 -

Ann. appl. biol. 25 pp. 208 - 321.

(d'après GAUMANN 1946 Pflanzliche Infektions Lehre
Verlag Birkhäuser - Basel).

ALLEN P. J. - 1954 -

Properties of a volatile fraction from Uredospores of Puccinia
graminis var tritici affecting their germination and develop-
ment.

I. Biological activity

Plant Physiol. 32 pp. 385 - 89.

ALLEN P. J. - 1955 -

The role of a self inhibitor in the germination of rust uredos-
pores.

Phytopathology 45 pp. 259 - 266

ALLEN P. J. - 1965 -

Metabolic aspect of spore germination in Fungi.

Ann. Rev. of Phytopathology 3 pp. 313 - 342

ANDAL R. K. BHUVANESWARI N. S. & SUBBA-RAO - 1956 -

Roots exudates of paddy

Nature 178 - p. 1062

ARX J. A. Von - 1957 -

Die Arten der Gattung Colletotrichum Cda.

Phytopath. Z. 29 - 4 - pp. 413 - 468.

BAUMGARDT J. P. - 1953 -

A study of *Fusarium* wilt resistance in tomato plants
Dissertation Abstr. 13 pp. 962 - 963.

B A Y L E J. D. J. & LOWTHER R. L. - 1962 -

Studies on the nature of resistance in tomato to Cladosporium
fulvum Cooke.
Canad J. Botany 40 pp. 1095 - 1106.

BELL A. A. and DALY J. M. - 1962 -

Assay and partial purification of self inhibitors of germination
from uredospores of the bean rust fungus.
Phytopathology 52 pp. 261 - 68

BEL'TYUKOVA K. G. et MATYSHEVS'KA M. S. - 1963 -

Vplyv hibereliner na stiykist' roslin do zakhvorynvan'
(Effet de la gibbereline sur la résistance des plantes aux maladies).
J. Microbiol. Kiev 25 (3) pp. 64 - 70.

BLACKHURST F. M. - 1963 -

Unduction of verticillium wilt disease symptoms in detached shoots
of resistant and of susceptible tomato plants.
Ann. Appl Biol 52 (1) pp. 79 - 88

BLACKHURST F. M. & R. K. S. WOOD - 1963 - (a)

Verticillium wilt of tomato plant
Further experiments on the role of pectic and cellulolytic enzymes.
Ann. Appl. Biol. 52 pp. 89 - 96

BLACKHURST F. M. & R. K. S. WOOD - 1963 - (b)

Resistance of tomato plants to Verticillium albo-atrum
T. B. M. S. 46 pp. 385 - 92.

BÖNING K. WAGNER F. & MICKWITZ A. - 1953 -

Untersuchungen zur keimungsbiologie und Beizung der Zwergbrandes
an Weizen.
Z. Pflanzenbau u Pflanzenschutz 4 pp. 49 - 71.

BOUILLENE R. & BOUILLENE - WALRAND M. - 1951 -

Bull. classe sci. Acad. roy. Belg. 37 pp. 557 - 566 , 567 - 582
D'après COCHRANE
Physiology of Fungi - New York - Wiley & Sons 524 pp.

BOYD A. E. W. - 1952 -

Dry rot disease of the potato
IV Laboratory methods used in assessing variations in tuber susceptibility.
Ann. appl. Biol. 29 pp. 322 - 329.

BROWN W. - 1922 -

On the germination and growth of fungi at various temperature and in various concentration of oxygen and carbon dioxide.
Ann. Bot. Lond. 36 pp. 257 - 283.

CARLILE M. J. & SELLIN M. A. - 1963 -

An endogenous inhibition of spore germination in fungi.
T. B. M. S. - 46 pp. 15 - 18.

CANTINO E. C. - 1951 -

Metabolism and morphogenesis in a new Blastocladiella.
Antonie van Leeuwenhoek
J. Microbiol. Serol. 17 325 - 362.

CHILD M. - 1929.-

Preliminary studies of the genus Daldinia.
Ann. Missouri bot. Gard. 16 pp. 411 - 486.

CLAYTON E. E. - 1923 -

The relation of temperature to the Fusarium wilt of the tomato.
Amer. J. Bot. 10 pp. 77 - 86.

CLAYTON E. E. - 1923 -

The relation of soil moisture to the Fusarium wilt of the tomato.
Amer. J. Bot. 10 pp. 101 - 117.

COCHRANE V. W. - 1945 -

The effect of artificial light on germination of uredospores of
Phragmidium mucronatum (Fr) Schlecht.

Phytopathology 35 pp. 458 - 462.

COCHRANE V. W. - 1958 -

Physiology of fungi.

New York - ed. Wiley & sons 524. pp.

COCHRANE V. W. - 1960 -

Spore germination, dans "Plant pathology an advanced treatise"
Academic Press. J. G. Horsfall and A. E. Dimond (ed)

New York and London.

Vol. 2 pp. 169 - 202.

COCHRANE V. W. COCHRANE J. C. COLLINS C. B. & SERAFIN F. G. - 1963 -

Spore germination and carbon metabolism in Fusarium solani. II
Endogenous respiration in relation to germination.

Am. J. Botany 50 pp. 806 - 814.

COCHRANE V. W. BERRY S. J. SIMON F. G. COCHRANE J. C. COLLINS C. B.
LEVY J. A. & HOLMES P. K. - 1963 -

Spore germination and carbon metabolism in Fusarium solani
III - Carbohydrate respiration in relation to germination.

Plant physiol. 38 pp. 533 - 560.

COCHRANE J. C. COCHRANE V. W. SIMON F. G. & SPAETH J. - 1963 -

Spore germination and carbon metabolism in Fusarium solani
I - Requirements for spore germination.

Phytopathology 53 pp. 1155 - 1160.

CONNER J. W. - 1946 -

Canad. J. Res. F. 24 p. 467.

d'après SKINNER (F. A.) : Antibiotics - 1955 dans "Modern Methods
of Plant Analysis" Vol. 3 pp. 701 - 707. ed. ALLEN & TRACEY.
BERLIN.

COOK - 1937 -

Bot. Gaz. 98 pp. 647 - 669

d'après GAUMANN - Pflanzliche Infektionslehre
Verlag. Birkhauser Basel.

DAGYS J. & KAIKARYTE O. - 1943 -

Einfluss der Azidität auf Wachstum and Giftempfindlichkeit des
Pilzes Absidia orchidis.

Protoplasma - 38 pp. 127 - 154.

DARBY R. T. and MANDELS G. R. - 1955 -

Effect of sporulation medium and age on fungus spore physiology.

Plant Physiology 30 pp. 360 - 366.

DAVIS D. WAGLINER P. E. DIMOND A. E. - 1953 -

Conjugated phenols in the fusarium wilt syndrome.

Nature 24 pp. 959 & 960.

DAVIS D. & DIMOND A. F. - 1953 -

Inducing disease resistance with plant growth regulators.

Phytopathology 43 (3) pp. 137 - 141.

DE BARY (A) - 1884 -

Vergleichende Morphologie des Pilze, Mycetozen und Bacterien.

Leipzig - Engelmann 1884.

Edition anglaise.

Comparative morphology and biology of the fungi, mycetoza and
bacteria. Oxford : Clarendon Press. 1887.

DEESE D. C. & STAHMANN M. A. - 1962 -

Pectic enzymes in Fusarium infected susceptible and resistant
tomato plants.

Phytopathology - 52 pp. 255 - 260.

DEESE D. C. & STAHMANN M. A. - 1962 -

Wilt resistance in tomatoes.

Pectic enzyme formation by Fusarium oxysporum F. lycopersici on
susceptible and resistant tomato stems.

J. Agr. Food Chem. 10 pp. 145 - 150.

DEESE D. C. & STAHMANN M. A. - 1962 -

Formation of pectic enzymes by Verticillium albo-atrum on susceptible and resistant tomato stem tissues and on wheat bran.

Phytopath. Z. 46 pp. 53 - 70.

DE - LEO P. - 1964 -

Comportamento degli orto - di - idrossifenoli in cultivars di Pomodoro resistenti e suscettibili a Fusarium oxysporum V lycopersici (Sacc.)

Snyder et Hansen, in seguito al trapianto e all'infezione.

Phytopath. Mediterranea 3 (2) pp. 95 - 108.

DILLON WESTON W. A. R. - 1932 -

III - Studies on the reaction of disease organism to light. The reaction of disease organisms to certain wave - lengths in the visible and invisible spectrum.

Sci. Agr. 12 pp. 352 - 356.

DIMOND A. E. & CORDEN M. E. - 1957 -

Reduction and promotion of the development of Fusarium wilt of tomato by gibberellic acid.

Abs. in Phytopathology 47 (9) pp. 519.

DJAVADI F. - 1968 -

Thèse. Faculté des Sciences de NANCY.

DJAVADI & BROCHARD P. - 1968 -

Un appareil de culture de plantes stériles pour l'étude de la rhizosphère (*en préparation*)

DOMSCH K. H. - 1954 -

Keimungsphysiologische Untersuchungen mit Sporen von Erysiphe graminis.

Arch. Mikrobiol. 20 pp. 163 - 175.

DONANDT J. - 1932 -

Untersuchungen über die pathogenität des Wirtel pilzes Verticillium albo-atrum.

Parasitenk 4 pp. 653 - 711.

DORAN W. L. - 1922 -

Effect of external and internal factors on the germination of
fungus spores.

Bull. Torrey Bot. Cl. 49 pp. 313 - 340.

DOROZHKIN N. A. REMNAVA Z. I. STREL'SKAYA O. Ya - 1965 -

Maloizvestnoe zabolevanie Tomatov - anthraknoz (Anthracnose -
une petite maladie connue des tomates).

Do. Kl. Akad. Nank belorussk S. S. R. 9 (10) pp. 702 - 704.

DULBECCO R. - 1955 -

Photoreactivation.

Dans : "Radiation Biology" (A. Hollaender, ed.) Vol. 2 chapitre
12 Mc. Gran - Hill, New York pp. 455 - 486.

DUNN E. & HUGHES W. A. - 1964 -

Interrelationship of the potato root eelworm, Heterodera rostochiensis Woll. Rhizoctonia solani Kuhn and Colletotrichum atramentarium (B and Br.).

Taub, on the growth of the tomato plant.
Nature, lond 201 pp. 413.

EBBEN M. H. - 1960 -

Brown root rot of tomatoes
III The Bacterial flora of the rhizosphere.

Ann. appl. Biol. 48 (4) pp. 817 - 823.

EDGINGTON L. V. - 1965 -

Nature of wilt disease resistance induced by growth regulators.
Phytopathology 55 pp. 1056.

EDGINGTON L. V. CORDEN N. F. & DIMOND A. E. - 1961 -

The role of pectic substances in chemically induced resistance to
Fusarium wilt of tomato.

Phytopathology 51 pp. 179 - 182.

EZEKIEL W. N. - 1930 -

Studies on the nature of physiologic resistance to Puccinia graminis tritici.

Minn. Agr. Exp. Sta. Tech. Bull. 67 62 pp.

FARKAS & KIRALY - 1962 -

Role of phenolic compounds in the physiology of plant disease and disease resistance.

Phytopath. Z. 44 (2) pp. 105 - 150.

FARKAS G. L. & LEDINGHAM G. A. - 1959 -

The relation of self - inhibition of germination to the oxydative metabolism of stem rust - uredospores.

Can. J. Microbiol. 5 pp. 141 - 151.

FISHER P. L. - 1935 -

Maryland Agr. Sta. Bull. 374.

d'après SKINNER : Antibiotics dans "Modern Methods of plant analysis".

Vol. 3 pp. 626 - 725.

Ed. PAECH & TRACEY Berlin.

FLOYD J. W. - 1965 -

Antecedent nitrogen sources affecting virulence of Colletotrichum phomoides.

Phytopathology 55 (3) pp; 333 - 335.

FONTAINE J. D. IRVING G. H. & DOOLITTLE S. P. - 1947 -

Arch. Bioch. 12 pp. 395.

d'après SKINNER : Antibiotics dans "Modern Methods of plant analysis". Vol. 3 pp. 626 - 725.

Ed. PAECH & TRACEY Berlin.

FONTAINE J. D. IRVING G. H. POOLE J. B. & DOOLITTLE S. P. - 1948 -

Arch. Biochim. 18 pp. 467.

d'après SKINNER Antibiotics dans "Modern Methods of plant analysis".

Vol. 3 pp. 626 - 725 - Ed. PAECH & TRACEY Berlin.

FORLOT P. - 1965 -

Contribution à l'étude de Colletotrichum coccodes (Wallr) Hugues.

Thèse, Faculté des Sciences de NANCY.

FORLOT P. - 1967 -

Recherches sur les interactions de Colletotrichum coccodes (Wallr) Hugues et de ses hôtes principaux : Solanum tuberosum L. et lycopersicum esculentum L.

Phytopath. Z. 59 pp. 249 - 266.

FORLOT P. - 1965 -

Les maladies de flétrissement dues à Colletotrichum coccodes
(Wallr) Hugues.

Bull. Ecole N. Sup. Agric. Nancy VII pp. 122 -- 144.

FORSYTH F. R. - 1955 -

The nature of the inhibiting substance emitted by germinating
uredospore of Puccinia graminis var. tritici.

Canad. J. Bot. 33 pp. 363 - 373.

FRENCH R. C. MASSEY L. M. Jr. & WEIN-TRAUB R. L. - 1957 -

Properties of a volatile fraction from uredospores of Puccinia
graminis var. tritici affecting their germination and develop-
ment.

II Some physical and chemical properties.

Plant Physiology 32 pp. 389 - 393.

FRENCH R. C. & WEINTRAUB R. L. - 1957 -

Pelargonaldehy^{de} as an endogenous germination stimulator of wheat
rust spores.

Arch. Biochem. Biophys. 72 pp. 235 - 237.

FULTON J. P. - 1948 -

Infection of tomato fruits by Colletotrichum phomoides

Phytopathology 38 pp. 235 - 246.

GALLEGLY M. F. and WALKER J. C. - 1949 -

Plant nutrition in relation to disease development -
V. Bacterial wilt of tomato.

Ann. J. Botany 36 pp. 613 - 623.

GARAY A. S. - 1956 -

On the effect of some protective and stimulatory substances in
honey - dew on the germination of ergot conidia.

Physiol. Plantarum 9 pp. 344 - 349.

GAUMANN F. - 1946 -

Pflanzliche Infektionslehre.
Verlag BIRKHAUSER Basel
Ed. anglaise : Principles of Plant Infection 1950
GROSBY, LOCKWOOD & SON Ltd. London.

GHABRIAL S. A. et PIRONE T. P. - 1966 -

Effect of mineral nutrition on host reaction to cladosporium fulvum.
Phytopathology 56 pp. 493 - 496.

GOLDSWORTHY M. C. & GREEN E. L. - 1936 -

Availability of the copper of Bordeaux mixture residues and its
absorption by the conidia of Sclerotinia fructicola.
Jour. Agric. Res. 52 pp. 517 - 533.

GOODE M. J. & Mc. GUIRE J. M. - 1967 -

Relationship of root knot nematodes to pathogenic variability in
Fusarium oxysporum F. sp. lycopersici.
Phytopathology Abst. 57 (8) pp. 812.

GOTHOSKAR S. S., SCHEFFER R. P., STAHMANN M. A. and WALKER J. C. - 1955 -

Further studies on the nature of Fusarium resistance in tomato.
Phytopathology 45 pp. 303 - 307.

GOTTLIEB D. - 1943 -

Expressed gap of tomato plants in relation to wilt resistance.
(Abst.) Phytopathology 33 pp. 1111.

GOTTLIEB D. - 1950 -

Physiology of spore germination in the fungi.
Botan. Rev. 16 pp. 229 - 257.

GRANT B. R. & KUC J. - 1960 -

On the resistance of tomato varieties to Cladosporium fulvum.
(Abst.) Phytopathology 50 (9) - p. 637.

GRIFFITHS D. A. & ISAAC I. - 1966 -

Host -parasite relationships between tomato and pathogenic isolates of Verticillium.

Ann. app. Biol. 58 (2) pp. 259 - 272.

GRÜMMER 1955 -

Die Beziehungen zwischen dem Eiweißstoffwechsel von Kulturpflanzen und ihrer Anfälligkeit gegen parasitische Pilze. - Phytopath. Ztsch 24 1.

HESSAYON D. G. - 1952 -

Effect of auxins on the mycelial growth of Fusarium oxysporum var cubense.

Nature (London) 169 pp. 803 - 804.

HOFFMANN G. M. - 1959 -

Untersuchungen über die Anthracnose des Hanfes.

Phytopat. Ztsch 35 (1) pp. 31 - 57.

HUBBES M. & D'ASTOUS R. - 1967 -

Factors affecting the germination of spores of Hypoxyton pruinaum.

Canad. Jour. Of Botany 45 (7) pp. 1145 - 1153.

HUSAIN A. & KELMAN A. - 1958 -

The role of pectic and cellulolytic enzymes in pathogenesis by Pseudomonas solanacearum.

Phytopathology 48 (7) pp. 377 - 386.

IRVINE B. R. - 1963 -

Germination and respiration of Puccinia coronata uredospores. Dissertation Abstr. 23 pp. 3091 - 3092.

IRVING G. H. - 1947 -

The significance of Tomatin in plant and animal diseases. J. Wash. Acad. Sci. 37 pp. 293 - 296.

IRVING G. H., FONTAINE T. D. & DOOLITTLE S. P. - 1945 -

Lycopersicin a fungistatic agent from the tomato plant.

Science (n. s.) 102 pp. 9 - 11.

IRVING G. H., FONTAINE T. D., & DOOLITTLE S. P. - 1946 -

J. Bact. 52 pp. 601

d'après SKINNER : Antibiotics

dans "Modern Methods of Plant analysis".

Vol. 3 pp. 626 - 725 Ed. Paech & Tracey (Berlin).

JAKUBCZYK H. - 1962 - (a)

Z. badan, nad pasożytnictwem Colletotrichum atramentarium występującego na pomidorach.

Acta. Agro botanica Pologne XII - pp. 207 - 230.

JAKUBCZYK H. - 1962 - (b)

Z. badan nad pasożytnictwem Colletotrichum atramentarium występującego na pomidorach.

II - Badania nad patogenicznością C. atramentarium.

JOLY P. - 1964 - (a)

Le genre Alternaria. Recherches physiologiques, biologiques et systématiques.

Paris 250 pp.

JOLY P. - 1964 - (b)

Recherches sur la nature et le mode de formation des spores chez le genre Torula.

Bull. Soc. myc. France LXXX (2) pp. 186 - 196.

KEITT G. W., BLODGETT E. C., WILSON E. E. & MAGIE R. O. - 1937 -

The epidemiology and control of cherry leaf spot.

Res. Bull. wis. agric. Exp. sta. n° 132 - pp. 1 - 117.

KEYWORTH W. G. - 1963 -

The reaction of monogenic resistant and susceptible varieties of tomato to inoculation with Fusarium oxysporum F. lycopersici into stem or through "Bonny Best" rootstocks.

Ann. Appl. Biol. 52 pp. 257 - 270.

KO W. H. & LOCKWOOD J. I. - 1967 -

Soil Fungistasis : Relation to fungal spore nutrition

Phytopathology - 57 - (8) pp. 894 - 901.

KOMMEDAHL T. - 1966 -

Relation of exsudates of pea roots to germination of spores in
races of Fusarium oxysporum F. pisi.

Phytopathology - 56 - (6) pp. 721 - 722.

KRISHNAN P. S., BAJAJ V. & DAMLE S. P. - 1954 -

Some observation on the growth of Aspergillus niger from spore
inoculum.

Appl. Microbiol. 2 pp. 303 - 308.

KRISHNAN P. S. & DAMLE S. P. - 1956 -

Phosphate compounds occuring in spore washings of Aspergillus niger.

Appl. Microbiol. 4 pp. 179 - 182.

LAST F. T., EBBEN M. H. - 1966 -

The epidemiology of tomato brown root rot.

Ann. of appl. biol. G. B. 57 (1) pp. 95 - 112.

LIN C. K. - 1940 -

Germination of conidia of Sclerotinia fructicola with special re-
ference to the toxicity of copper.

Cornell. Univ. Agri. Exp. Sta. Mem. 233 pp. 1 - 30.

LIN C. K. - 1945 -

Nutrient requirements in the germination of the conidia of
Glomerella cingulata.

Ann. Journ. Bot. 6 pp. 296 - 298.

LINGAPPA B. T. & LINGAPPA Y. - 1967 -

Alkaloids as self - inhibitors of fungi.

Nature Lond. 214 (5087) pp. 516 - 517.

LINGAPPA B. T. & LOCKWOOD J. L. - 1964 -

Activation of soil microflora by fungus spores in relation to so
fungistasis.

J. Gen. Microbiol. 35 pp. 215 - 227.

LITTLE J. E. & GRUBAUCH K. K. - 1946 -

J. Bact. 52 587 pp.

d'après SKINNER : Antibiotics dans "Modern Methods of Plant analysis".
Vol. 3 pp. 626 - 725 Ed; PAECH & TRACEY. Berlin.

LOPRIENO N. - 1962 -

Investigation on tomato anthrac nose.

II Variabilita patogenica e caratteri coltorali di 25 isolamenti
monocomidici di Colletotrichum coccodes.

Phytopath. Ztsch. 44 (3) pp. 263 - 268.

LOPRIORE G. - 1995 -

Über die Einwirkung der Kohlensäure auf das protoplasma der lebenden
Pflanzenzelle.

Jb, wiss Bot. 28 pp. 531 - 626.

LOWTHER, RUTH L. - 1964 -

The nature of the resistance of tomato to some fungal pathogens.

Diss. Abstr. 25 (3) p . 1471.

MAGIE - 1935 -

Variability of monosporic cultures of Coccomyces hiemalis.

Phytopathology 25 pp. 131 - 159.

MANGENOT F. - 1963 -

Préparation d'autolysats de feuilles destinés à la culture de
parasites maculicoles.

Bull. Ecole N. Sup. Agri. NANCY V. pp. 173 - 188.

MAS P., BEYRIES A. & MESSIAEN G. M. - 1965 -

Mise en évidence d'une interaction entre précocité et sensibilité
au Verticillium chez la tomate.

Phytopathologia Mediterranea. IV pp. 25 - 30.

MATTA A. - 1962 -

Endoterapia della fusariosi del pomodoro con sostanze ad azione
regolatrice di crescita.

Riv. Pat. Veg. 2 pp. 234 - 244.

MATTA A. - 1963 -

Attività polifenolossidasi resistenza indotta alla fusariosi nel pomodoro.

Riv. Pat. Veg. Pavia. Ser. 3 - 3. (2) pp. 99 - 106.

MATTA A. - 1965 -

Variations of the auxin level in vascular diseases of plants.

Mechanism of I. A. A. accumulation.

Extrait de : Atti del seminario di studi Biologici Vol.

II - 1965 - ADRIATICA Editrice - BARI -

MATTA A. & GENTILE I. - 1964 -

Variazioni del contenuto in auxine indotte nel pomodoro dal Fusarium oxysporum F. lycopersici.

Riv. Pat. Veg. Pavia. Ser. 3 - 4 (3) pp. 208 - 237.

MOREAU & PELHÂTE J. - 1966 -

Influence de la température sur la croissance linéaire de quelques moisissures des graines.

Bull. Soc. Myc. de France. 82 3 pp. 467 - 472.

MORISON R. M. - 1964 -

Germination of conidia of Erysiphe cichoracearum.

Mycologia 56 pp. 232 - 236.

NOUR EL DEIN M. S. & SHARKAS M. S. - 1964 -

The pathogenicity of Rhizoctonia solani in relation to different tomato root exsudates.

Phytopath. Z. 51 (3) pp. 285 - 290.

PARK D. and ROBINSON P. M. - 1964 -

Isolation and bioassay of a fungal morphogen.

Nature 203 pp. 988 - 989.

PEGG G. F. SELMAN I. W. - 1959 -

An analysis of the growth response of young tomato plants to infection by Verticillium albo-atrum.

II the production of growth substances.

Ann. appl. Biol. 47 pp. 222 - 231.

PRATT R. - 1944 -

Influence of light on the infection of wheat by the powdery mildew, Erysiphe graminis tritici.

Bull. Torrey Botan. Club. 71 pp. 134 - 143.

RICHARDS R. R. - 1949 -

Botan. Gaz. 110 pp. 523 - 550

d'après COCHRANE V. W. : Physiology of fungi 1958
Ed. WILEY N. Y.).

RICHARDSON L. T. & THORN G. B. - 1962 -

Stimulation of spore germination and growth of Glomerella cingulata by copper and other heavy metal ions.

Phytopathology 52 pp. 865 - 869.

RIEHM E. - 1923 -

Über die keimungs-und Infektionsbedingungen der Sporen von
Tilletia tritici.

Mitt Bio. Reichsanst. Land u Forstwirtschaft 18 pp. 20 - 30

ROHRINGER R. STAHMAN M. A. & WALKER J. C. - 1958 -

Effect of Fusarium oxysporum F. lycopersici and its metabolites on leaf constituents of susceptible and resistant tomatoes.

J. Agr. and food chem - 6 pp. 838 - 843.

ROSENBAUM J. & SANDO G. E. - 1920 -

Correlation between the resistance of the skin to puncture and its relation to infection with Macrosporium on tomato.

Am. J. Botany 7 pp. 78 - 82.

ROTHER W. - 1954 -

Arch. Mikrobiol. 20 pp. 89 - 108

(d'après COCHRANE V. W.)

Physiology of fungi - 1958 - Ed. WILEY N. Y.

SANWAL B. D. - 1957 -

Polyphenoloxylase and ascorbic acid oxydase activity in tomato plants infected with Fusarium lycopersici Sacc.

Proc. Ind. Acad. Sci. Sect. B. 44 (5) pp. 257 - 270.

SCHEFFER R. P. - 1957 -

Analysis of Fusarium resistance in tomato by grafting experiments.
Phytopathology 47 pp. 328 - 331.

SCHEFFER R. P. & WALKER J. C. - 1952 -

Distribution of Fusarium resistance in the tomato plants.
Phytopathology 42 474 pp.

SCHEFFER R. P. & WALKER J. C. - 1954 -

Distribution and nature of Fusarium resistance in the tomato plant.
Phytopathology 44 pp. 94 - 101.

SCHEFFER R. P. & GOTHOSKAR S. S. - 1953 -

Effect of metabolic inhibitors on Fusarium resistance in tomato.
Phytopathology 43 (9) pp. 483 (Abstract).

SHEPHERD C. J. & MANDRY K. M. - 1962 -

Auto-inhibitors of germination and sporulation in Perenospora
tabacina Adam.
T. B. M. S. 45 pp. 233 - 244.

SHERWOOD E. C. - 1923 -

Hydrogen-ion concentration as related to the Fusarium wilt of
tomato seedlings.
Amer. J. Botany 10 pp. 537 - 553.

SINHA A. K. & WOOD R. K. S. - 1967 -

An analysis of responses of resistant and of susceptible tomato
plants to Verticillium infection.
Ann. Appl. Biol. 59 (1) pp. 143 - 154.

SKINNER F. A. - 1955 -

Antibiotics
dans "Modern Methods of Plant analysis" Vol. 3 pp. 626 - 725.
Ed. PEACH & TRACEY Berlin.

SMART R. F. - 1937 -

Influence of certain external factors on spore germination in the
Myxomycetes.
Amer. Jour. Bot. 24 pp. 145 - 159.

SNYDER W. C. BAKER K. F. HANSEN H. N. - 1946

Interpretation of resistance to Fusarium wilt on tomato.

Science (n.s) 103 pp. 707 - 708.

STAPLES R. C. and BURCHFIELD H. P. - 1939 -

The effect of washing on the carbon metabolism of the bean rust uredospores.

Abstr. Phytopathology 49, 551

STAPLES R. C. & Coll. - 1962 -

Comparative biochemistry of obligately parasitic and saprophytic fungi.

II Assimilation of C¹⁴ labeled substrates by germinating spores.

Contrib. BOYCE. Thompson Inst. 21 pp. 345 - 362.

STEDMAN R. L., KRAVITZ E., ANMUTH M. & HARDING J. - 1956 -

Auto inhibition of bacterial endospore germination.

Science 124 pp. 403 - 405.

SUBBA - RAO N. S. & BAILEY D. L. - 1961 -

Rhizosphere studies in relation to varietal resistance or susceptibility of tomato to Verticillium wilt.

Canad. J. Bot. 39 - 7 - pp. 1747 - 1758.

SUBBA - RAO N. S. SIDWELL R. G. S. & BAYLEY D. L. - 1961 -

The effect of rhizoplane fungi on the uptake and metabolism of nutrients by tomato plants.

Canad. J. Bot. 39 - 7 - pp. 1759 - 1764.

SUSSMAN A. S. - 1954 -

Changes in the permeability of ascospores of Neurospora tetrasperma during germination.

J. Gen. Physiol. 38 PP. 59 - 77.

SUSSMAN A. S. - 1965 -

Physiology of dormancy and germination in the propagules of cryptogamic plants.

Encyclopedia of plant physiology 15 (Part 2) pp. 931 - 1025.

Long. A. Ed. Springer - Verlag. BERLIN 1965).

SUSSMAN A. S. - 1966 -

Dormancy and spore germination.
dans "The fungi" Ainsworth & Sussman edit. Academic.
Press New York - London Vol. II pp. 733 - 764.

VAN SUMERE C. F. VAN SUMER DE PRIJFER G. VINING L. C. & LEDINGHAM G. A. - 1957 -

Coumarins and phenolic acids in the uredospores of wheat stem rust.
Canad. J. Microbiol. 3 pp. 847 - 862.

TIMONIN M. I. - 1941 -

The interaction of higher plants and soil microorganism.
III Effect of by - products of plant growth on activity of fungi
and actinomycetes.

Soil. Sci 52 pp. 395 - 408.

UMBRETT W. W. BURRIS R. H. & STAUFFER J. F.

Manometrics Techniques
Edition révisée 1957.
BURGESS Publishing Co. (Minneapolis).

WAGGONER P. E. & DIMOND A. E. - 1956 -

Altering disease resistance with ionizing radiations.

Phytopathology 46 pp. 125 - 127.

WILLIAMS A. H. - 1963 -

Enzyme inhibition by phenolic compounds.
Dans "Enzyme chemistry of phenolic compounds".
Proceedings of the plant Phenolics Group. Symposium.
Liverpool April 1962. Ed. : Pridham (J. B.) Pergamon Press.
pp. 87 - 95).

WILSON E. M.

Aspartic and glutamic acid as self inhibitors of uredospore
germination.

Phytopathology 48 pp. 595 - 600.

WILSON M. & CADMAN E. J. - 1928 -

The life history and cytology of Reticularia lycoperdon
Trans. Roy. Soc. Edimb. 60 pp. 555 - 606.

WILSON J. B. & GALLEGLY M. E. - 1960 -

Nutrition and environment in relation to development of late blight on resistant and susceptible varieties of tomatoes.

Phytopathology 50 574 pp.

WILSON J. D. & RUNNELS H. A. - 1949 -

Tomato anthracnose comparative susceptibility of varieties and their response to spraying.

Ohio. Agr. Exp. Sta. Research Bull. 685.

WOOD - BAKER A. - 1955 -

Effects of oxygen-nitrogen mixtures on the spore germination of Mucoraceous molds.

T. B. M. S. 38 pp. 291 - 297.

YANAGITA T. - 1957 -

Biochemical aspects on the germination of conidiospores of Aspergillus niger.

Arch. Mikrobiol. 26 pp. 329 - 344.

YARWOOD C. E. - 1954 -

Mechanism of acquired immunity to a plant rust.

Proc. Nat. Acad. Sci. / Wash 40 pp. 374 - 377.

YARWOOD C. E. - 1956 -

Simultaneous self - stimulation and self - inhibition of uredospore germination.

Mycologia 48 pp. 20 - 29.

Vu, Approuvé et
Permis d'Imprimer
NANCY, le 18 décembre 1967

Le Doyen de la FACULTE des SCIENCES
J. A U B R Y.

